



**CARLOS MANUEL DE MATOS CARVALHO ANÁLISE DO IMPACTO DA ENERGIA LIMPA NO
MERCADO ACCIONISTA EUROPEU**



**CARLOS MANUEL DE
MATOS CARVALHO** **Análise do impacto da energia limpa no mercado
accionista europeu**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Joaquim Carlos da Costa Pinho, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro e do Professor Doutor Joaquim José Borges Gouveia, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmão, pela estabilidade e apoio proporcionados.

o júri

| | |
|----------------------------|--|
| presidente | Prof. Doutor António Carrizo Moreira professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro |
| vogal – arguente principal | Prof. Doutora Maria da Conceição de Castro Sousa Nunes professora adjunta do Instituto Politécnico do Porto |
| vogal – orientador | Prof. Doutor Joaquim Carlos da Costa Pinho professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro |
| vogal – co-orientador | Prof. Doutor Joaquim José Borges Gouveia professor catedrático do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro |

Agradecimentos

Gostaria de endereçar o meu agradecimento àqueles que, de alguma forma, me apoiaram durante a realização desta dissertação.

Quero expressar os meus agradecimentos ao meu orientador, o Professor Doutor Joaquim Carlos da Costa Pinho, e co-orientador, o Professor Doutor Joaquim José Borges Gouveia, por me terem proporcionado a oportunidade de expandir os meus conhecimentos numa área pela qual sinto especial gosto e interesse, pelo conhecimento proporcionado durante a execução deste trabalho, por terem confiado e acreditado nas minhas capacidades e incentivado a ir além do expectável.

De igual forma agradeço à Professora Doutora Mara Madaleno, pelo apoio prestado na fase final deste trabalho. Agradeço-lhe a disponibilidade, a sua atenção, as suas críticas e sugestões bem como as discussões construtivas que deram um excelente contributo a este trabalho.

De uma forma muito especial quero agradecer aos meus pais e ao meu irmão por sempre terem acreditado em mim, pela força que me deram nos momentos mais difíceis e pelo apoio que me deram para alcançar os meus objectivos.

Agradeço à Cristina pelo incansável apoio e pelas palavras de incentivo, pela pessoa empenhada e dedicada que é, o que faz dela uma excelente profissional tendo sido para mim uma inspiração, pela sua amizade e pela forma como me ajudou a conciliar o trabalho com os momentos de lazer.

Quero deixar um sentido agradecimento ao Banco BIG, pela disponibilização da plataforma Bloomberg que permitiu a recolha dos dados, com especial atenção para, o Director Comercial Tiago Eusébio e para a responsável de agência Gabriela Crespo, por me terem proporcionado esta oportunidade, por toda a compreensão demonstrada e por proporcionarem todas as condições necessárias à elaboração deste trabalho durante este período, bem como a todos os colegas do Banco BIG que me apoiaram, em particular ao Bruno Janeiro e ao João Cabeçana, que forneceram um precioso auxílio na utilização da plataforma Bloomberg.

Agradeço também a todos os meus amigos, que me acompanharam e apoiaram durante a elaboração da dissertação e ao longo de todo o meu percurso académico na Universidade de Aveiro.

A todos um sincero,

Muito Obrigado!

palavras-chave

Energia renovável, Preços de Energia, Investimento, Mercado Acionista, Modelos VAR.

Resumo

Recentemente, temos assistido a uma crescente preocupação relativa às alterações climáticas, e segurança energética. Sendo que é fundamental uma mudança das fontes de energia fóssil para fontes de energia limpa, para que consigamos viver num ambiente energeticamente sustentável, queremos com este trabalho tentar avaliar de que forma as alterações nos preços, no sentido dos aumentos, bem como a crescente escassez, das fontes de energia fóssil, tais como o petróleo, poderão causar impactos sobre investimentos em fontes de energia alternativa. Este estudo propõe-se através da análise de um modelo VAR, divulgar o impacto dos preços do petróleo sobre os índices de energia limpa, utilizando outras variáveis adicionais, como as taxas de juro, os preços das licenças de carbono e índices de mercado accionista europeu (geral e sector tecnológico), durante os anos de 2008 a 2011.

Os resultados empíricos obtidos apontam para uma fraca relação entre os preços do carbono e os preços das acções das empresas, bem como para um impacto residual dos preços do petróleo sobre os preços de energia limpa.

keywords

Renewable energy, Energy prices, Investing, Stock Market, VAR Models.

Abstract

Recently, we have assisted to a growing concern on climate change and energy security. Since it is fundamental that change in the sources of fossil energy to clean energy sources occur, so that we can live in a sustainable energy environment, we want with this work to try to assess how changes in energy prices, as well as the increasing scarcity of, fossil energy sources such as oil, can impact the investment in alternative energy sources. This study, which is proposed through the analysis of a VAR model, discloses the impact of oil prices on the rates of clean energy, using other additional variables such as interest rates, prices of carbon allowances and European stock market indices (general and technological sector) during the years 2008 to 2011.

Empirical results suggest a weak relationship of carbon prices with companies stock prices, as well as a residual impact of oil prices on prices of clean energy.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1. Motivação..... | 5 |
| 1.2. Impacto das variações dos preços do petróleo no mercado accionista | 6 |
| 1.3. Caso de estudo | 7 |
| 1.4. Estrutura da dissertação | 7 |
| 2. Investir em energia limpa: considerações e contextualização..... | 9 |
| 2.1. Esforços e políticas Europeias no combate às emissões de gases com efeitos de estufa | 11 |
| 2.2. Evolução do crescimento do investimento da energia limpa no contexto da crise económica actual | 13 |
| 3. Impacto das variações dos preços de energia na economia: uma revisão da literatura | 19 |
| 3.1. Efeitos das variações dos preços da energia nos mercados accionistas: o petróleo em particular..... | 21 |
| 3.2. Contextualização e evolução histórica do estudo do impacto das variações do preço do petróleo nos mercados accionistas e em variáveis macroeconómicas | 23 |
| 3.3. Análise no mercado accionista como forma de avaliar a mudança para fontes de energia limpa | 29 |
| 4. Metodologia, Dados e Resultados..... | 31 |
| 4.1. Metodologia..... | 34 |
| 4.2. Dados..... | 36 |
| 4.2.1 STOXX Europe 600 Index - Stoxx600 | 37 |
| 4.2.2 STOXX Europe 600 Technology - Stoxx Tech..... | 38 |
| 4.2.3 European Renewable Energy Index - Erix..... | 38 |
| 4.2.4 Preços do Petróleo – Brent | 39 |
| 4.2.5 Licenças de emissões de carbono – Carbono..... | 39 |
| 4.2.6 Euribor 3 meses – Taxa de Juro | 39 |
| 4.2.7 Activo sem risco – Yields de Bonds da Alemanha a 10 anos..... | 40 |
| 4.3. Análise das séries de Dados..... | 40 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 4.4. Análise empírica..... | 47 |
| 5. Considerações Finais | 59 |
| Bibliografia..... | 65 |
| Anexo I | 71 |
| Anexo II | 72 |
| Anexo III | 77 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Investimento Global em Energia Limpa, 2004 a 2010, em USD (fonte: Bloomberg New Energy Finance)..... | 14 |
| Figura 2 - Investimento total em energia limpa por regiões, 2007 a 2010, em USD (fonte: Bloomberg New Energy Finance) | 15 |
| Figura 3 - Estímulo global gasto em energia limpa, Biliões USD (fonte: Bloomberg New Energy Finance)..... | 17 |
| Figura 4 - Cronograma das séries temporais | 41 |
| Figura 5 - Retornos quadrados diários Brent | 42 |
| Figura 6 - Retornos quadrados diários Stoxx600 | 43 |
| Figura 7 - Retornos quadrados diários Erix..... | 44 |
| Figura 8 - Retornos quadrados diários Carbono | 44 |
| Figura 9 - Retornos quadrados diários StoxxTech | 45 |
| Figura 10 - Representação gráfica das séries..... | 71 |
| Figura 11 - Análise de decomposição da variância | 75 |
| Figura 12 - Funções de resposta impulso | 77 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Matriz de correlação das variáveis | 42 |
| Tabela 2 - Dados Descritivos das variáveis | 46 |
| Tabela 3 - Modelo multifactor OLS..... | 48 |
| Tabela 4 - Modelo Multifactor OLS para cálculo do risco de mercado | 49 |
| Tabela 5 - Testes de raiz unitária | 50 |
| Tabela 6 Testes Selecção de desfasamentos..... | 51 |
| Tabela 7 - Vector Auto-Regressivo | 52 |
| Tabela 8 - Decomposição da Variância Preço Carbono..... | 53 |
| Tabela 9 - Decomposição da Variância Taxa de Juro..... | 53 |
| Tabela 10 - Decomposição da Variância Preço Brent..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabela 11 - Decomposição da Variância Erix..... | 54 |
| Tabela 12 - Decomposição da Variância Stoxx600 | 55 |
| Tabela 13 - Decomposição da Variância Stoxx Tech | 55 |

Índice de Fórmulas

| | |
|--|----|
| Fórmula 1 - Vector Auto-Regressivo | 35 |
| Fórmula 2 - Augmented Dickey-Fuller (ADF) | 36 |
| Fórmula 3 - Preço Brent em Euros | 39 |
| Fórmula 4 – Retornos contínuos das variáveis | 40 |
| Fórmula 5 - Índice de Sharpe | 47 |
| Fórmula 6 - Transformação variável Stoxx600 para cálculo do risco de mercado | 49 |
| Fórmula 7 - Transformação variável StoxxTech para cálculo do risco de mercado | 49 |
| Fórmula 8 - Transformação variável Erix para cálculo do risco de mercado | 49 |

Capítulo 1

Introdução

“Energy security issues and climate change are two of the most pressing problems facing society and both of these problems are likely to increase energy price variability in the coming years”

(Henriques e Sadorsky, 2010)

“A energia proporciona conforto pessoal e mobilidade e é essencial para a produção da maior parte da riqueza social, industrial e comercial. Por outro lado, a produção e o consumo de energia exercem sobre o ambiente pressões consideráveis (incluindo a produção de calor e electricidade, a refinação de petróleo e a sua utilização final nas habitações, os serviços, a indústria e os transportes). Entre essas pressões incluem-se a emissão de gases com efeito de estufa e poluentes atmosféricos, a utilização dos solos, a produção de resíduos e os derrames de petróleo, contribuindo para as alterações climáticas, a destruição dos ecossistemas naturais, a degradação do ambiente antrópico e provocando efeitos nocivos para a saúde humana.” (European Environment Energy, 2011)

As preocupações com as mudanças climáticas bem como a segurança energética são questões que estão a contribuir para a mudança de paradigma no que respeita ao consumo de energia bem como às fontes utilizadas na sua produção. Existe actualmente um grande interesse por parte das políticas públicas para reduzir o consumo de energia devido a preocupações com as mudanças climáticas globais relacionadas com as emissões dos combustíveis fósseis (Newell, 1999). O uso destes combustíveis fósseis para a geração de energia está fortemente correlacionado com as alterações climáticas induzidas pelo homem que tem um amplo alcance sobre o planeta (International Energy Agency, 2008). À medida que as preocupações com as mudanças climáticas globais e a segurança energética se têm intensificado, a eficiência energética e a necessidade de conservação têm ganho maior importância, pois muitos responsáveis políticos sustentam que uma redução na procura de energia é essencial para enfrentar estes desafios, e as análises tendem a constatar que as reduções da procura podem ser um instrumento eficaz para abordar estas preocupações (Gillingham *et al.*, 2009). Esta solução poderá ter consequências no curto prazo pois segundo o *Economic Report of the President* (2006, page 243 *in* Henriques e Sadorsky 2008), no longo prazo, as famílias e as empresas respondem a preços mais elevados da energia, reduzindo o consumo, comprando produtos que são energeticamente mais eficientes e mudam para fontes alternativas de energia. Esta mudança de paradigma, pode proporcionar um crescimento significativo no investimento e desenvolvimento destas fontes de

energia limpa e uma consequente menor dependência dos combustíveis fósseis. O *Economic Report of the President (2006, page 243)* in Henriques e Sadorsky (2008) prevê ainda que o aumento dos preços da energia também incentivem os empresários a investir na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de conservação de energia e combustíveis alternativos, ampliando ainda mais as oportunidades disponíveis para as famílias e as empresas a reduzir o consumo de energia e a mudar para fontes de baixo custo.

Muita atenção é dada particularmente ao potencial da energia renovável para substituir as fontes de combustíveis fósseis (Fisher e Newell, 2008). O sector das energias renováveis, tornou-se nos últimos dez anos, um dos segmentos da indústria energética que mais rapidamente cresceu não só devido às preocupações com as mudanças climáticas e a questões relacionadas com a segurança energética, mas também devido às novas tecnologias e à consciência ambientalista dos consumidores (Sadorsky, 2011 e Kumar *et al.*, 2011). As questões de segurança energética (redução da oferta global de petróleo em face da procura global crescente e da insegurança política nos países ricos em petróleo), juntamente com a crescente preocupação com o meio ambiente (as mudanças climáticas como o aquecimento global e questões de qualidade do ar local), são factores que explicam os movimentos do preço do petróleo e o aumento dos preços do petróleo deve ajudar a estimular uma maior procura e oferta por fontes de energia alternativas (Henriques e Sadorsky, 2008).

No entanto a adopção destas fontes de energia é limitada pelos elevados preços de produção que se tornam uma barreira para um maior desenvolvimento e implementação. Para Kumar *et al.* (2011), uma possível solução passaria pela hipótese do aumento dos preços da energia convencional e/ou colocação de um custo às emissões de carbono. Isto iria incentivar os investimentos em empresas de fontes de energia limpa que são menos intensivas em carbono, fontes essas que raramente são adoptadas no mercado, sem subsídios, uma vez que os custos de produção de quase todas as energias limpas são ainda elevados. Esta opinião é também corroborada por Wiser e Pickle (1997) que referem que, ao contrário das energias não renováveis, as energias renováveis geram

externalidades positivas para a sociedade que se reflectem em benefícios sociais. Já as energias não renováveis, têm taxas acrescidas para penalizar as externalidades negativas. Em contrapartida, as energias renováveis são, geralmente, mais dispendiosas do que as outras formas de produção de energia, além de existirem várias barreiras institucionais que têm impedido o desenvolvimento de novos recursos energéticos renováveis.

Para além destas, uma outra barreira poderá comprometer um maior desenvolvimento das energias renováveis, como a aceitação social. Segundo Wustenhagen *et al.* (2007), vários governos estabeleceram metas ambiciosas e já começaram a aplicar os regimes de apoio destinados a facilitar a implementação no mercado. O grau em que essas políticas têm sido bem-sucedidas varia entre os países, mas a energia eólica destaca-se com o crescimento mais impressionante em alguns países (como as turbinas de vento que se estão a expandir). No entanto, tem sido cada vez mais reconhecido que o factor de aceitação social pode, potencialmente, ser uma poderosa barreira para o cumprimento das metas de energia renovável.

1.1. Motivação

A principal razão motivadora para a pesquisa sobre esta área foi a tentativa de aferir sobre a evolução da mudança das fontes tradicionais de energia para as fontes de energia limpa/renovável, como factor importante para diminuir o impacto que o crescente consumo de energia causa no ambiente, comprometendo um desenvolvimento sustentável, devido a aumentos crescentes de emissões de gases com efeitos de estufa. Esta questão é bastante importante pois para além da crescente procura de energia nos países em desenvolvimento, nos países subdesenvolvidos o uso de energia ainda não chegou a todos os escalões da sociedade, o que faz prever um maior crescimento da procura de energia nos próximos anos. Desta forma, e como grande parte das fontes de energia são ainda de origem fóssil, nomeadamente o petróleo, o objectivo deste trabalho será de alguma forma espelhar o impacto que esta fonte de energia tem na economia

global, nomeadamente na economia europeia, bem como na saúde financeira de alguma empresas, e de que forma as fontes de energia limpa vêm contribuir para a diminuição deste impacto permitindo assim que caminhemos em direcção a um mundo ambientalmente mais sustentável.

1.2. Impacto das variações dos preços do petróleo no mercado accionista

Indeed, oil price fluctuations may have effects on the basic production input availability and investment costs (supply-side effects), on the terms of trade and wealth transfer from oil consumers to oil producers, on firms' production structures and unemployment, on monetary policies, on interest rates and inflation, and on consumption opportunities, costs and consumer demand and confidence (demand-side effects). (Arouri, 2011)

As alterações do preço do petróleo são geralmente apontadas como tendo efeitos significativos tanto na economia como nos mercados financeiros, no entanto o impacto que os preços do petróleo têm sobre os preços das acções é um tema que tende a crescer de importância. Conforme poderemos observar ao longo deste estudo, os aumentos dos preços do petróleo têm efeitos diferentes nos países, sejam estes importadores ou exportadores de petróleo, quer para as empresas, seja esta matéria um input ou output do seu sistema produtivo. Será precisamente na questão da potencial influência que os preços do petróleo poderão ter no desempenho financeiro das empresas e consequentemente no valor das mesmas e no preço das suas acções, que iremos abordar a questão do paradigma energético através da análise do comportamento os preços das acções de energia limpa relacionando-as com as movimentações dos preços do petróleo. Desta forma tenta-se aferir sobre a veracidade da sabedoria convencional de que os preços do petróleo são um importante motor de movimentos nos preços das acções das empresas de energia alternativa. Para além dos preços do petróleo (como iremos observar no capítulo 3), outras

variáveis são também responsáveis pelas variações nos mercados accionistas, como é o caso das taxas de juro.

1.3. Caso de estudo

Pretende-se abordar a questão explanada no ponto anterior analisando a problemática para o caso europeu. Desta forma pretende-se estudar e analisar se existe algum tipo de relação entre as variações dos preços do petróleo e o investimento em energia limpa na Europa. No entanto, para além dos preços do petróleo, incluiremos também outras variáveis como os preços do carbono, as taxas de juro e o índice de empresas tecnológicas, por forma a perceber quais destas variáveis exerce uma maior influência neste tipo de investimentos. Para isso irá ser utilizado, um índice de acções global representativo do mercado europeu, um índice de acções de tecnologia, um índice de acções de energia limpa, as taxas de juro, os futuros do petróleo e os preços das licenças de emissões de carbono.

Dadas as recentes preocupações com as alterações climáticas e o impacto das mesmas na vida quotidiana das populações, urge perceber de que forma os aumentos dos preços das fontes de energia fóssil, nomeadamente o petróleo, bem como o facto de desde 2005 ser possível transaccionar nos mercados à vista licenças de emissão de CO_2 , podem influenciar os investimentos das empresas utilizadoras de energia limpa. Dada a dificuldade de obtenção de dados para empresas individuais, utiliza-se neste trabalho índices representativos das mesmas por forma a avaliar estes impactos, nomeadamente no mercado europeu.

1.4. Estrutura da dissertação

No primeiro capítulo apresentamos uma introdução ao tema e problemática em estudo, nomeadamente sobre as preocupações ambientais e a importância de substituir as principais fontes de energia de origem fóssil por fontes de energia

limpa. No capítulo seguinte será abordada a actualidade do investimento de energia limpa. O terceiro capítulo apresenta de modo mais detalhado os impactos reais que as variações de energia têm na economia, tanto no global como nas acções das empresas em particular. Nesse sentido apresenta-se uma contextualização histórica, explicitando a evolução da temática em estudo promovida por outros autores que a têm vindo a abordar de diferentes maneiras. No quarto capítulo será feita uma análise econométrica, apresentando-se os resultados obtidos ao nível do mercado europeu. Finalmente no quinto capítulo proceder-se-á às principais conclusões e considerações finais, apontando futuras pesquisas que possam ser feitas.

Capítulo 2

Investir em energia limpa: considerações e contextualização

“The renewable energy sector has, in the past ten years, become one of the fastest growing segments of the energy industry due primarily to concerns about climate changes, energy security issues and peak oil but also due to new technologies and environmentally conscious consumers.”

Sadorsky (2011)

Sendo o objectivo deste trabalho aferir sobre os principais factores que movem o investimento em energia limpa na Europa, é pertinente fazer uma identificação prévia dos esforços que têm sido feitos neste sentido e as preocupações que os movem. Exemplo disso é o sistema comunitário de comércio de emissões (EU ETS), onde se negocia as licenças de emissões de gases com efeitos de estufa, do qual o carbono é dos mais prejudiciais para o clima, e que incluímos neste estudo como uma variável que tenderá à partida a influenciar positivamente o investimento em energia limpa. Por outro lado, usamos os preços do petróleo, que de entre as fontes de energia fóssil, é o mais importante e o que mais influencia a economia mundial e os mercados financeiros. Assim se por um lado se poderá afirmar que um aumento nos preços de petróleo será um estímulo para a criação e desenvolvimento de novas empresas de energia limpa, por outro lado este aumento reprime a economia da maioria dos países não produtores de petróleo e tem, consequentemente, um impacto negativo no desempenho financeiro da generalidade das empresas que não estejam ligadas à exploração e produção desta matéria-prima. É nesse sentido que tentamos desmistificar esta relação no contexto dos mercados accionistas europeus.

2.1. Esforços e políticas europeias no combate às emissões de gases com efeitos de estufa

Conforme referido acima, a União Europeia (UE), criou um regime comunitário de comércio de emissões UE ETS, que hoje constitui um dos pilares para combater a mudança climática e uma forma eficiente e rentável de reduzir as emissões de gases de efeito de estufa industrial. Segundo a Comissão Europeia (2011), este é o primeiro e maior esquema internacional para a negociação de licenças de emissão de gases com efeito de estufa. O Energy Trading System (ETS) da UE abrange cerca de 11.000 estações de energia e instalações industriais em 30 países. O UE ETS, é um sistema baseado no princípio "*cap and trade*"¹ lançado

¹ "*cap and trade*", significa que há um "cap" ou limite, à quantidade total de determinados gases de efeito estufa que podem ser emitidos por fábricas e outras instalações no sistema. Dentro deste limite, as empresas recebem licenças de emissão que podem vender ou comprar uns aos outros, conforme necessário. As

em 2005. Existe um limite para o número total de licenças disponíveis, o que garante que elas têm um valor. O número de licenças será gradualmente reduzido ao longo do tempo, para que assim as emissões totais baixem. Em 2020, as emissões deverão estar 21% abaixo de 2005. O Protocolo de Quioto², baseou-se no sistema *cap and trade*, uma vez que impõe limites nacionais para as emissões dos países. Em média os países têm que reduzir as suas emissões em 5,2% abaixo do valor base de 1990 entre 2008 e 2012 (o correspondente à Phase II em vigor actualmente). Historicamente a UE teve um papel fundamental na elaboração do Protocolo de Quioto aprovado em 1997, o que constituiu só por si um bom resultado.

O Protocolo de Quioto prevê que os países, que o ratificaram, tenham que reduzir as suas emissões de dióxido de carbono e cinco outros gases com efeitos de estufa. Caso se preveja um cenário em que se mantêm ou aumentem as emissões, os países terão que recorrer ao sistema de comércio de emissões, como o descrito em cima (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2011). Mais recentemente, numa conferência da ONU de Dezembro de 2009 sobre as alterações climáticas, a UE apoiou o "Acordo de Copenhaga", considerando que este representava o primeiro passo para um tratado global juridicamente vinculativo que substitua o Protocolo de Quioto em 2013. A Europa assume o compromisso incondicional de reduzir as suas emissões até 2020 em, pelo menos, 20% relativamente aos níveis de 1990, adoptando para o efeito legislação vinculativa. Na Conferência de Copenhaga, a UE reiterou a sua disponibilidade para aumentar a taxa de redução das emissões para 30% se os restantes países industrializados se comprometessem a efectuar reduções comparáveis e se os países em desenvolvimento dessem uma contribuição adequada para o esforço global. A Europa comprometeu-se a conceder uma ajuda financeira no valor de 7,2 mil milhões de euros durante o

empresas que reduzem as suas emissões, pode manter as licenças para cobrir as suas necessidades futuras, ou então vendê-las a outra empresa.

² O Protocolo de Quioto é um acordo associado à *United Nations Framework Convention on Climate Change*, que foi adoptado em Quito, Japão, em 11 de Dezembro de 1997 entrando a contar em 16 de Fevereiro de 2005. Até à data 184 membros ratificaram este Protocolo. O grande objectivo seria reduzir as emissões de gases com efeitos de estufa de 37 países Industrializados e da Comunidade Europeia, sob o esteio de que os países desenvolvidos foram responsáveis pelos actuais altos níveis de emissões de gases com efeitos de estufa na atmosfera, em resultado da actividade industrial dos últimos 150 anos.

período de 2010 a 2012, a fim de ajudar os países em desenvolvimento a fazer face ao problema das alterações climáticas (Comissão Europeia, 2011).

A temperatura média mundial é já quase 0,8°C superior à da era pré-industrial. Todavia existe um amplo consenso científico e político, reconhecido no âmbito do Acordo de Copenhaga, quanto ao facto de o aquecimento não poder exceder os 2°C se se quiser evitar que as alterações climáticas atinjam níveis perigosos. Para não ultrapassar esse limiar crítico, as emissões globais devem estabilizar até 2020, para depois serem reduzidas, até 2050 para pelo menos metade dos níveis registados em 1990, com progressivas reduções sucessivas.

Segundo a International Energy Agency (2010), esta conferência seguiu-se a uma chamada dos líderes dos G8, na cimeira de Julho de 2009, para partilhar com todos os países a meta de cortar as emissões globais em pelo menos 50% até 2050. Porém, os compromissos posteriormente anunciados, mesmo que fossem aplicados integralmente, apenas iriam permitir percorrer metade do caminho para a trajectória de emissões que permitiriam atingir o objectivo dos 2°C. Apesar de isso não significar que a meta está completamente fora de alcance, serão necessários esforços muito mais fortes, custando também muito mais, após 2020. De facto, a velocidade da transformação de energia que será necessária ocorrer depois de 2020 é tal que levanta sérias dúvidas sobre a exequibilidade prática de reduzir as emissões o suficiente para cumprir a meta dos 2°C.

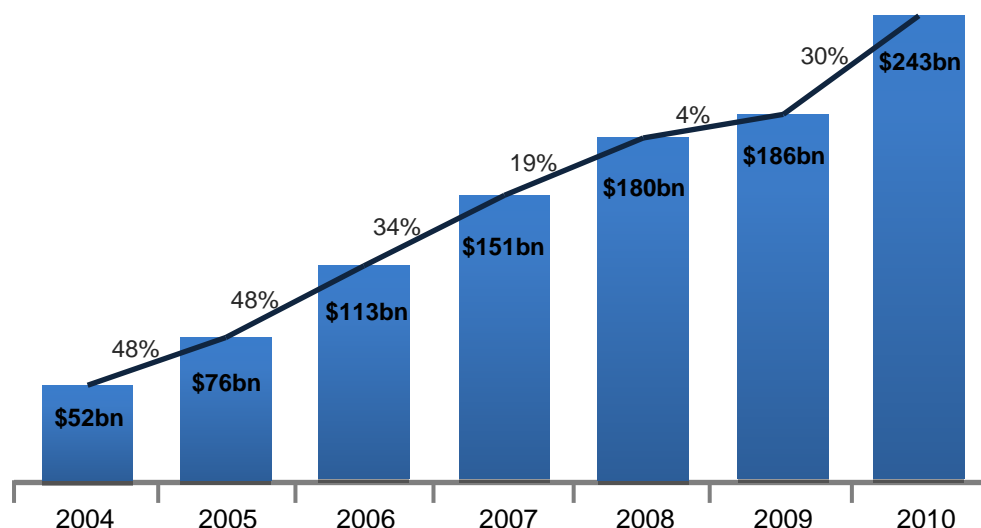
2.2. Evolução do crescimento do investimento da energia limpa no contexto da crise económica actual

A crise económica mundial em virtude da crise bancária, que começou em 2008, ano que foi marcado pela maior desaceleração económica desde a Grande Depressão, teve efeitos económicos à escala global.

Segundo a International Energy Agency (2010) e a Bloomberg New Energy Finance (2010 e 2011), o sector energético não lhe foi indiferente enfrentando uma crise sem precedentes. No entanto, apesar de ser no ritmo ao qual a economia recupera (o impacto foi muito diferente nos países desenvolvidos e em

desenvolvimento - enquanto os Estados Unidos e algumas economias europeias apresentaram taxas de crescimento anémicas do PIB e continuaram um doloroso processo de desalavancagem, as economias do Brasil, China, Índia saíram à frente), a chave para melhorar as perspectivas energéticas para os próximos anos, serão os governos e a forma como eles respondem aos desafios da mudança climática e segurança energética, que irão moldar o futuro da energia no longo prazo.

Figura 1 - Investimento Global em Energia Limpa, 2004 a 2010, em USD (fonte: Bloomberg New Energy Finance)



Note: Figures includes investment in renewable energy, biofuels, energy efficiency, smart grid and other energy technologies, carbon capture and storage and infrastructure targeted purely at integrating clean energy. Investment in solar hot water, combined heat and power, renewable heat and nuclear are excluded, as are the proceeds of mergers and acquisitions (which does not contribute to new investment).

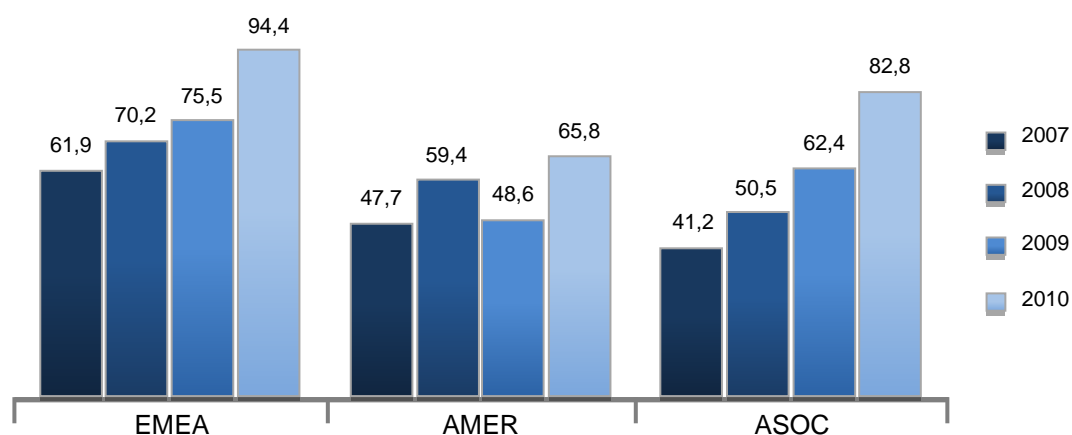
Apesar de toda esta incerteza e instabilidade, o investimento em energia limpa sobreviveu à primeira fase da crise económica mundial melhor do que se esperava. O investimento em energia limpa tem crescido a um ritmo significativo, segundo os dados da Bloomberg New Energy Finance (2011) apresentados na figura 1, que mostram que o sector de energia limpa na sua maioria minimizou os efeitos persistentes da crise ao ver o investimento global de energia limpa crescer em 2010 para 243 biliões USD em todo o mundo, mais do que os 186 biliões USD que foram registados em 2009. Este volume de investimento marcou um salto de

30% e fez, de 2010 o ano recorde em termos de novos fundos investidos. Foi um desempenho impressionante, dada a contínua volatilidade do sector, que desfrutou de uma média de taxa de crescimento anual de 37% entre 2004 e 2008, tendo assim marcado uma forte recuperação após o crescimento mais lento do investimento entre 2008 e 2009, influenciado pela crise económica, já considerada a pior recessão em meio século.

Em termos de distribuição geográfica dos novos investimentos em energia limpa, o aspecto mais importante a ressaltar é que o centro de gravidade da indústria continuou a mover-se para o leste. Os investimentos na China cresceram 30% para 54,5 bilhões USD (incluindo o capital reinvestido) em 2010, de longe o maior número comparativamente com qualquer outro país.

Em 2009, a Ásia e a Oceânia (ASOC) alcançaram as Américas (AMER) e, em 2010, reduziram a diferença relativamente à Europa, Médio Oriente e África (EMEA), a principal região do mundo para o investimento em energia limpa.

Figura 2 - Investimento total em energia limpa por regiões, 2007 a 2010, em USD (fonte: Bloomberg New Energy Finance)



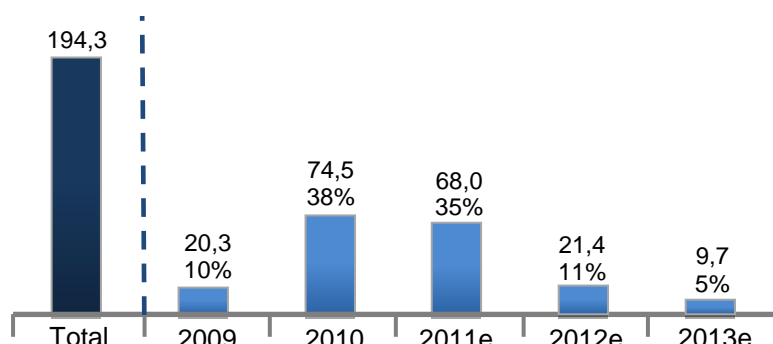
Note: Includes corporate and government R&B, and small distributed capacity. Adjustments for reinvested equity. Does not include proceeds from acquisitions.

As fontes de energia Renovável terão que desempenhar um papel central na mudança do mundo para um caminho energético mais seguro, confiável e sustentável. De facto, o total de novos investimentos em energia limpa aumentou substancialmente em 2010 (veja-se a figura 2), mas muito mais precisa de ser

feito. O potencial é, sem dúvida, grande, mas a rapidez com que a sua contribuição para satisfazer as necessidades de energia do mundo cresce articula-se criticamente sobre a força do apoio do governo para conduzir as energias renováveis a custos competitivos, comparativamente com outras fontes de energia e tecnologias e assim estimular os avanços tecnológicos.

Apesar da crise dos mercados de dívida que assola a Europa, como consequência da crise financeira, é essencial que os governos dêem um forte apoio através dos incentivos para estimular o investimento em energias limpas, bem como os correspondentes desincentivos na utilização de fontes de energia de origem fóssil. Segundo a International Energy Agency (2010), até 2009 foram dados passos notáveis na elaboração de políticas, como a negociação de importantes acordos internacionais sobre mudanças climáticas e na reforma de subsídios de combustíveis fósseis ineficientes. Por outro lado, o desenvolvimento e implantação de tecnologias baixas em carbono receberam um impulso significativo a partir do reforço do financiamento e dos incentivos que os governos apresentaram como parte dos seus pacotes de estímulo fiscal. Juntos, esses movimentos prometem dar um impulso à transformação necessária e urgente do sistema energético global. Mas permanecem dúvidas sobre a implementação dos compromissos políticos recentes. Mesmo que sejam postas em prática, muito mais precisa de ser feito para garantir que essa transformação aconteça com a rapidez necessária.

Figura 3 - Estímulo global gasto em energia limpa, Biliões USD (fonte: Bloomberg New Energy Finance)



Note: last year's report estimated a total of US\$ 177 billion was allocated to renewable energy. The US\$ 194 billion figure is updated to reflect exchange rate effects and additional allocations made between the launch of the second report and year-end 2010.

Na realidade, o papel dos governos é fundamental, sendo que estes fizeram alguns avanços no sentido de dissipar parte dessas dúvidas durante o ano de 2010, em que assistimos a um forte apoio por parte dos governos, tal como nos mostra a figura 3.

Segundo a New Energy Finance (2011), a indústria de energia limpa em 2010 desfrutou de um nível incomum de apoio dos governos por todo o mundo na forma de estímulo ao financiamento, havendo sido prometidos, desde o início de 2009, 194 bilhões USD para a energia limpa. Esses fundos têm desempenhado um papel fundamental no apoio ao sector, apesar de estes terem sido tempos difíceis. Levou algum tempo para que esses fundos comesçassem a fluir, no entanto, as estimativas indicam que em 2010 assistimos a investimentos de cerca de 75 bilhões USD a partir desta fonte.

No entanto, como podemos observar na figura 3, apesar do grande estímulo verificado em 2010, no global ainda menos de metade desse estímulo foi posto em prática até à data. A notícia positiva para a indústria é a de que o restante poderá ainda ser gasto nos próximos dois anos, mas, com défices orçamentais crescentes, também aumenta a possibilidade de os fundos poderem não ser aplicados.

Capítulo 3

Impacto das variações dos preços de energia na economia: uma revisão da literatura

“...oil price shocks may have an adverse impact on the macro economy, not only because they increase the level of oil prices, but also because they raise oil price volatility.”

(Federer 1996)

3.1. Efeitos das variações dos preços da energia nos mercados accionistas: o petróleo em particular

“Stock market is often said to be the barometer of one’s macro economy, which means that they have a close relationship.” Cong et al. (2008)

Muitos têm sido os autores que analisam os efeitos dos preços do petróleo com variáveis macro e microeconómicas. A maioria dos estudos também mostra que os preços do petróleo têm efeitos significativos tanto na economia como nos mercados financeiros. Alguns autores focam-se no impacto dos choques petrolíferos nos mercados accionistas, onde se tem desenvolvido trabalho no sentido de compreender a ligação dinâmica entre os preços mundiais de petróleo e o retorno das acções. Segundo Soyta e Oran (2011), a visão tradicional sustenta que um aumento dos preços do petróleo, irá causar um aumento nos preços dos *inputs*, reduzindo os lucros e consequentemente os retornos. Kumar *et al.* (2011) e Apergis e Miller (2009) sustentam que, ao aumentar os preços do petróleo, isso aumenta os custos de produção de bens e serviços, afectando negativamente os *cash flows* futuros reduzindo assim o preço das acções. Segundo a definição de Arouri (2011), Ferderer (1996) e Sadorsky (1999), o valor ou a cotação da acção de uma empresa é igual ao valor descontado dos *cash flows* futuros. Logo qualquer coisa que afecte os *cash flows* futuros pode vir a afectar os preços das acções. Estes *cash flows* descontados reflectem as condições económicas (inflação, taxas de juros, os custos de produção, rendas, crescimento económico, confiança do investidor e do consumidor, e assim por diante), sendo as mesmas afectadas por eventos macroeconómicos que podem ser influenciados por alterações do preço do petróleo (Arouri, 2011). Para além das implicações dos preços do petróleo nos *cash flows*, estes também podem afectar as acções das empresas através de variações das taxas de juro. Segundo Ferderer (1996), Sadorsky (1999) e Kumar *et al.* (2011) o aumento dos preços da energia e a resultante pressão da inflação afectam os preços das acções através da taxa de desconto utilizada na fórmula do preço das acções, porque os aumentos dos preços da energia são muitas vezes vistos como inflacionários, e

os bancos centrais respondem às pressões inflacionárias, elevando as taxas de juros de referência.

No entanto os resultados dos estudos estão longe de ser unânimes, quer na sua robustez, quer nas diferentes implicações que se podem observar de país para país mediante o posicionamento destes relativamente ao mercado do petróleo. Pois se é expectável que um aumento dos preços do petróleo tenha efeitos negativos nas acções de uma forma geral, estes impactos diferem tendo em conta se o país é um importador líquido de petróleo, ou se por outro lado é produtor e exportador da mesma matéria-prima.

Estes resultados podem também ser observados a um nível desagregado ao efectuarem-se estudos por sectores, onde se pode observar que o sector da indústria ligada à exploração, produção e comercialização de petróleo tem por norma um comportamento positivo para movimentos positivos dos preços do petróleo, enquanto para outras indústrias os resultados não são tão positivos. Segundo Soyta e Oran (2011) e Henriques e Sadorsky (2010), estes efeitos podem ser drasticamente diferentes para as empresas (ou indústrias ou mesmo países) que estão no ramo que podem beneficiar de preços mais elevados do petróleo. No entanto, como a maioria das empresas na maior parte dos mercados tendem a ser consumidoras de petróleo, é expectável que os efeitos dos aumentos dos preços do petróleo sejam negativos para a maioria. Embora haja suporte para os impactos negativos do aumento dos preços do petróleo no mercado accionista em geral, os resultados não são unânimes e diferem de país para país. Henriques e Sadorsky (2010), sustentam esta visão mencionando que as sensibilidades do sector dependem se o petróleo é um *input* ou *output*, do efeito indirecto que o preço do petróleo tem sobre o sector, do grau de concorrência e concentração e sobre a capacidade do sector para transferir os choques do preço do petróleo aos seus consumidores e, assim, minimizar o impacto desses choques sobre a sua rentabilidade.

Na verdade são poucos os estudos que analisaram o impacto das mudanças do preço do petróleo sobre as acções de cada sector. Todavia, a maioria destes

estudos são específicos para cada país e, portanto, podem fornecer uma perspectiva global.

3.2. Contextualização e evolução histórica do estudo do impacto das variações do preço do petróleo nos mercados accionistas e em variáveis macroeconómicas

O impacto que as movimentações dos preços de petróleo têm na economia, tem sido alvo de estudo desde há alguns anos a esta parte. Existe uma vasta literatura contendo várias tentativas para identificar os efeitos das mudanças nos preços internacionais do petróleo sobre algumas variáveis macroeconómicas. Vários autores (Federer, 1996; Sadorsky, 1999; Papetrou, 2001; Regnier, 2007; Soytaş e Oran, 2011; Apergis e Miller, 2009 e Park e Ratti 2008) indicam Hamilton (1983) como tendo sido o impulsionador do estudo desta matéria, realizando um trabalho onde verificou que todas as recessões, exceptuando uma, nos Estados Unidos entre o final da Segunda Guerra Mundial e 1973, foram precedidas por um aumento acentuado do preço do petróleo. Posteriormente, outros trabalhos como Burbridge e Harrison (1984) analisaram o impacto dos choques dos preços do petróleo sobre algumas variáveis macroeconómicas nos EUA, Canadá, Reino Unido, Japão e Alemanha. Usando modelos VAR os autores mostram que o embargo do petróleo em 1973 - 1974 explica uma parte substancial do comportamento da produção industrial em cada um dos países examinados. Gisser e Goodwin (1986), também citados por vários autores (Federer, 1996; Sadorsky, 1999; Papetrou, 2001 e Apergis e Miller 2009), deram continuidade ao estudo, demonstrando as conclusões básicas de Hamilton, usando dados e procedimentos alternativos de estimação. Continuando o estudo sobre os efeitos do petróleo na macroeconomia, Federer (1996), fornece suporte empírico à questão de que os choques do preço do petróleo podem ter um impacto adverso sobre a macroeconomia, não só porque eles aumentam o nível dos preços do petróleo, mas também porque eles aumentam a volatilidade do preço do petróleo. Este mostra que a volatilidade do preço do petróleo, medido pelo desvio padrão

mensal dos preços do petróleo diariamente, ajuda a prever os movimentos da produção global nos EUA. Além disso, parte da relação assimétrica entre as alterações do preço do petróleo e o crescimento do produto encontrado em estudos anteriores pode ser explicado pela resposta da economia à volatilidade dos preços do petróleo.

No que respeita à investigação sobre os efeitos das alterações dos preços do petróleo no mercado accionista, existem poucos estudos efectuados que identifiquem de que forma as mudanças do preço do petróleo afectam as mudanças nos preços das acções ou nos retornos de mercado das acções.

Jones e Kaul (1996), usando um modelo do tipo Arbitrage Pricing Theory (APT) em que as variáveis fundamentais adicionaram uma variável de mudança do preço do petróleo, testaram se o factor preço do petróleo constitui uma influência sistemática na determinação dos preços das acções nos mercados dos EUA, Canadá, Japão e Reino Unido. Eles descobriram que as mudanças do preço do petróleo têm um efeito negativo sobre a produção e os retornos reais das acções em todos os quatro países. Para os EUA e Canadá esta reacção pode ser explicada exclusivamente pelo impacto dos choques do petróleo sobre os fluxos de caixa reais. Os resultados para o Japão e o Reino Unido não foram tão fortes. Os preços do petróleo em particular, são susceptíveis de ter um impacto potencial importante sobre os aumentos dos custos dos *inputs* para muitas empresas. Jones e Kaul (1996) constataram que os preços do petróleo têm um efeito sobre os retornos das acções agregados, já Huang *et al.* (1996) não encontraram nenhuma evidência de uma relação entre os futuros dos preços do petróleo e retornos das acções agregadas. Huang *et al.* (1996), que usou a abordagem do vector auto regressivo (VAR) para investigar a relação entre os retornos diários dos futuros do petróleo e os retornos diários das acções dos EUA, descobriram que os retornos dos futuros do petróleo não estão correlacionados com o mercado de acções, exceptuando no caso de empresas petrolíferas, adiantando que apesar da relatada importância do petróleo para a economia, há pouca evidência de tal relação de preços de outras acções que não as das empresas de petróleo. Este adianta ainda que, a falta de correlação sugere que os futuros de petróleo, tal como outros contractos de futuros que também parecem ter pouca

correlação com as acções, são um bom veículo para a diversificação de carteiras de acções. Sadorsky (1999), a fim de estimar os choques dos preços do petróleo, utilizando uma abordagem diferente de Jones e Kaul (1996), ou Huang *et al.* (1996), usou dados mensais para examinar as ligações entre os preços do petróleo e o mercado de acções dos EUA, utilizando um modelo irrestrito VAR que também incluiu a taxa de juro de curto prazo e o índice de produção industrial.

Pela quantidade de estudos empíricos enunciados, verificamos que a abordagem VAR é útil para examinar a interacção dinâmica entre os preços do petróleo e de outras variáveis económicas. Por oposição às descobertas de Huang *et al.* (1996), Sadorsky (1999) descobriu que os movimentos do preço do petróleo são importantes para explicar os movimentos dos retornos das acções agregadas, mostrando que os preços do petróleo e a volatilidade dos preços do petróleo, ambos desempenham um papel importante ao afectar os retornos reais das acções. O autor também encontrou indícios de assimetria uma vez que as suas conclusões apontam para o facto de que as mudanças no preço do petróleo têm impacto na actividade económica, mas os preços e as mudanças na actividade económica têm pouco impacto sobre os preços do petróleo.

Faff e Brailsford (1999) no seguimento do trabalho elaborado por Jones e Kaul (1996), investigaram a sensibilidade dos retornos das acções da indústria australiana a um factor do preço do petróleo. Os autores concluem que os preços da energia em geral e os preços do petróleo em particular, são propensos a ter um impacto importante sobre os custos de muitas empresas. No seu estudo, conseguiram confirmar as suas hipóteses de que existe uma sensibilidade positiva e significativa observada para indústrias de petróleo, gás, e de recursos diversificados e uma sensibilidade negativa e estatisticamente significativa, observada para indústrias de papel, embalagens, e de transporte. Faff e Brailsford (1999) justificam estes resultados argumentando que as indústrias não são homogéneas e que diferentes factores podem afectar os retornos da indústria de maneiras diferentes.

Sob a perspectiva de que, para além de serem poucos os estudos que examinam os efeitos dos choques do petróleo sobre o mercado de acções e a actividade

económica, e de que a sua maioria foi realizada para alguns países industrializados como os Estados Unidos, Reino Unido, Japão e Canadá, usando uma abordagem multivariada VAR, Papetrou (2001), analisou a relação dinâmica entre os preços do petróleo, os preços das acções reais, as taxas de juros, a actividade económica real e do emprego para a Grécia, acrescentando aos estudos tanto a produção industrial como o emprego como medidas alternativas de actividade económica, para capturar as interacções dinâmicas entre as variáveis. Este estudo torna-se interessante na medida em que segundo Papetrou (2001), a Grécia tem sido sempre muito dependente de importações de energia, principalmente do petróleo, onde a importação desta matéria-prima representou 79% das necessidades totais de energia em 1996. Neste estudo conclui que os choques do preço do petróleo explicam uma proporção significativa das flutuações do crescimento da produção e do emprego, sendo que também são importantes para explicar os movimentos de preços de acções, dado que um choque positivo de preços do petróleo deprime os retornos reais das acções. Tal como Papetrou (2001), também Cong *et al.* (2009) e Soytaş e Oran (2011) desenvolvem estudos em países que não os mais desenvolvidos, como se tem verificado até aqui, sendo entre os três a China como grande potencia emergente, seguido da Turquia. Cong *et al.* (2009), desenvolve um estudo no qual, são investigadas as relações entre os choques do preço do petróleo e do mercado de acções, analisando o impacto dos choques do preço do petróleo no mercado accionista chinês. O caso da China é interessante, uma vez que o papel da China no mercado mundial de petróleo tem-se tornado cada vez mais importante, como verificámos no capítulo anterior. No entanto concluem que os choques do preço do petróleo não apresentam impacto estatisticamente significativo. Mas o retorno das acções do índice de produção e algumas companhias de petróleo aumentam devido aos choques do preço do petróleo. Alguns choques de preços do petróleo importantes deprimem os preços das acções de empresas de petróleo.

Num estudo onde se analisam as relações inter-temporais entre os preços mundiais do petróleo, os retornos de acções geral e de electricidade da Turquia, Soytaş e Oran (2011), utilizando modelos Garch univariados, juntamente com a utilização de retornos do índice de acções desagregado, revelam novas

informações que passaram despercebidas com os testes tradicionais de causalidade com índices de mercado agregados. Eles encontram evidência de que o retorno mundial de petróleo (utilizando o mercado à vista) afecta no sentido da causalidade de Granger³ os retornos de electricidade e a sua variância, e vice-versa, mas não os retornos do índice geral, mostrando assim que o “*volatility spillover*” é limitado ao índice de electricidade.

No sentido de estudar quer o impacto das variações dos preços do petróleo a um nível desagregado, bem como em países exportadores de petróleo, Hammoudeh e Li (2005), analisam e comparam a sensibilidade da rentabilidade das acções dos países não-Golfo baseados no petróleo (México e Noruega) com o de duas grandes indústrias sensíveis ao petróleo (indústria de petróleo dos EUA e indústrias de transportes), bem como analisam e comparam a sensibilidade dos retornos do petróleo com a sensibilidade dos mesmos ao risco sistemático, relativamente ao mercado de capitais mundial, usando o modelo vector de correlação do erro (VEC) e o modelo APT. Estes sugerem que há uma relação dinâmica bidireccional negativa entre o crescimento do preço futuro do petróleo e o retorno do mercado de capitais do mundial representado pelo Morgan Stanley Capital International (MSCI), com este último tendo o maior impacto. Este resultado indica que os preços altos do petróleo são nocivos para o mercado de capitais do mundo como um todo. Em contraste, os resultados sugerem que o crescimento do preço do petróleo tem um impacto positivo sobre as acções relacionadas com o petróleo.

Mais recentemente, os estudos de Orbendofer (2009) e Park e Ratti (2008), analisam o mercado europeu no global. Park e Ratti (2008), analisaram o impacto, nos EUA e em 13 países europeus (Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, France, Alemanha, Grécia, Itália, Holanda, Noruega, Espanha, Suécia e U.K.) dos choques do preço do petróleo e dos choques da volatilidade desse mesmo preço do petróleo. Utilizando um modelo VAR, estes constataam que os choques de

3 O teste de causalidade proposto por Granger visa superar as limitações do uso de simples correlações entre variáveis. Essa distinção é de fundamental importância porque correlação não implica por si só em causalidade (relação de causa e efeito). A identificação de uma relação estatística entre duas variáveis, por mais forte que seja, não pode ser o único critério para estabelecer uma relação causal entre elas. O teste de causalidade de Granger procura determinar o sentido causal entre duas variáveis, estipulando que X “Granger-causa” Y se valores passados de X ajudam a prever o valor presente de Y.

preço mundial, ao invés do preço do petróleo nacional real, têm um impacto significativo nos retornos reais das acções em todos os países, implicando que os mercados antecipam efeitos significativos e penetrantes dos choques dos preços do petróleo na maioria dos países e mercados. Isto acaba por ter implicações circunstanciais para as próprias empresas, reflectindo-se este impacto no movimento do preço das acções. Os autores concluíram que para muitos países europeus, mas não para os EUA, uma maior volatilidade dos preços do petróleo deprime significativamente o retorno das acções reais. Assim, a contribuição dos choques dos preços do petróleo para a variabilidade nos retornos das acções reais nos EUA e na maioria dos outros países é maior do que a taxa de juros. Para além disto verificam que aumento do preço real do petróleo está associado a um aumento significativo na taxa de juro de curto prazo para os EUA e oito dos 13 países da Europa nos primeiros um a dois meses.

Já Oberndorfer (2009), relaciona os desenvolvimentos dos mercados energéticos e os preços das acções das empresas energéticas na Zona Euro. Ele sugere que, o aumento dos preços do petróleo tem impacto negativo sobre os retornos das acções das *utilities* da Zona Euro, levando no entanto a uma valorização das acções de empresas de petróleo e gás. Curiosamente, a volatilidade prevista do mercado do petróleo afecta negativamente as acções de empresas de petróleo e gás, o que implica oportunidades de lucro para investidores estratégicos. Em contraste, o mercado de gás não desempenha um papel importante para o preço das acções de empresas de petróleo e gás, ou seja, para os preços das empresas de energia da Zona Euro. Já a evolução dos preços do carvão parecem afectar as *utilities* da Zona Euro. Mas, este efeito é pequeno quando comparado com os impactos do preço do petróleo, embora o petróleo mal seja utilizado para geração de electricidade na Europa. Isto sugere que para o mercado de acções europeu, o preço do petróleo é um dos principais indicadores para a evolução dos preços da energia no seu conjunto.

Conclui-se desta análise que é importante utilizar os preços do petróleo quando se testam os preços do mesmo tanto para a economia como para os índices individuais e agregados do mercado accionista.

3.3. Análise no mercado accionista como forma de avaliar a mudança para fontes de energia limpa

Até aos dias de hoje, pouco se tem feito com o intuito de investigar a dinâmica da volatilidade das acções de energia limpa. Todavia é importante identificar quais as variáveis e as possíveis correlações entre os preços das acções de energia limpa e outras importantes variáveis como os preços do petróleo, e o preço das acções de tecnologia.

Trabalhos recentes como Henriques e Sadorsky (2008), estiveram na base do estudo das variáveis que causam impacto real nas acções de energia limpa, tendo o trabalho destes sido desenvolvido a fim de investigar a relação empírica entre os preços das acções de energia limpa, os preços das acções de tecnologia, os preços do petróleo e as taxas de juros usando um modelo vector auto-regressivo (VAR). Os resultados obtidos mostram que os preços das acções de tecnologia e os preços do petróleo cada um individualmente, causa efeito de *Granger* nos preços das acções das empresas de energia alternativa. Os resultados das simulações mostram que um choque dos preços das acções de tecnologia tem um impacto maior sobre os preços das acções alternativas de energia do que um choque nos preços do petróleo. Dentro da mesma abordagem e com o intuito de ajudar a preencher também esta lacuna, Sadorsky (2011), pretendeu obter com o seu estudo uma melhor compreensão da dinâmica da volatilidade dos preços das acções das empresas de energia limpa, utilizando modelos multivariados GARCH (BEKK, diagonal, a correlação constante condicional e a correlação dinâmica condicional) para investigar as correlações e as repercussões da volatilidade entre os preços do petróleo, os preços das acções das empresas de energia limpa e as empresas de tecnologia. Tal como Henriques e Sadorsky (2008), este conclui que os preços das acções das empresas de energia limpa se correlacionam mais fortemente com os preços de acções de tecnologia do que com os preços do petróleo. No seu estudo estima ainda que em média, uma posição longa de 1 USD em empresas de energia limpa pode ser coberta por 20 centavos de USD com uma posição curta no mercado de futuros de petróleo bruto.

Pretendendo ampliar o trabalho de Henriques e Sadorsky (2008), e considerando adicionalmente dados do mercado de carbono antes e depois de picos dos preços do petróleo, Kumar *et al.* (2011), usam um modelo vector auto-regressivo (VAR) contendo dados sobre os índices de preços das acções das empresas de energia limpa, os preços das acções de tecnologia, os preços do petróleo, os preços do carbono e das taxas de juros. Para explicar a robustez dos resultados, estes utilizaram três índices de energia limpa, todavia para o mercado americano. Assim como Henriques e Sadorsky (2008 e 2011), também Kumar *et al.* (2011), descobriram que os investidores vêem as acções das empresas de energia limpa como vêem as acções das empresas de alta tecnologia, ainda que a variação em todos os três índices de acções de energia limpa seja explicada por movimentos passados dos preços do petróleo, pelos preços das acções de empresas de alta tecnologia e as taxas de juros. De salientar que foi notada uma causalidade entre a subida dos preços do petróleo e a substituição por fontes de energia alternativa. Quanto aos retornos do preço do carbono, Kumar *et al.* (2011) concluíram que os mesmos não são um factor significativo nos movimentos do preço das acções das empresas de energia limpa, alegando que este resultado pode ser porque os preços do carbono têm sido inferiores aos preços do petróleo. Concluem, portanto, que os preços do carbono não foram capazes de criar um estímulo para a transição dos combustíveis fósseis convencionais para tecnologias de energia limpa, ou seja, baixas em carbono.

Todos os estudos enunciados anteriormente foram aplicados ao mercado Norte-americano sendo que para o mercado europeu esta análise se torna também essencial. O presente trabalho pretende contribuir para a continuidade destes estudos, seguindo o trabalho efectuado por Kumar *et al.* (2011), sendo contudo aplicado ao contexto europeu, onde existe um claro défice de trabalho realizado nesta área, pretendendo-se contribuir para a identificação da existência de uma relação significativa entre estas energias limpas e as fontes de energia ditas convencionais, numa perspectiva de análise do mercado accionista.

Capítulo 4

Metodologia, Dados e Resultados

“Modeling and forecasting volatility lies at the heart of modern finance because good estimates of correlation and volatility are needed for derivative pricing, portfolio optimization, risk management, and hedging.”

Sadorsky (2011)

Uma melhor compreensão da relação entre o preço do petróleo bem como de outras variáveis e o desempenho financeiro das empresas de energia limpa poderá ser importante para determinar os factores que explicam o desenvolvimento da indústria de energia alternativa.

Desta forma, este capítulo tem por objectivo explanar e sistematizar os principais resultados da análise econométrica da relação entre algumas variáveis (entre elas os preços do petróleo) que se considera poder ter impacto na movimentação do valor das acções das empresas de energia limpa, no período compreendido entre 14 de Março de 2008 a 05 de Outubro de 2011 no mercado europeu, com o intuito de analisar um período e mercado não analisados anteriormente. Desta forma espera-se contribuir para a continuação dos trabalhos realizados recentemente, estendendo a sua aplicação ao mercado europeu, tendo servido este propósito como base para o critério de escolha das variáveis. Nesse sentido são utilizadas como variáveis um índice de acções de energia limpa, preços dos futuros do petróleo, os preços futuros das licenças do carbono, um índice de acções de tecnologia, um índice de acções geral para a Europa e as taxas de juro.

Ao longo deste capítulo, irá ser descrita a metodologia utilizada na análise. Vão ser explanadas as séries de dados utilizadas, analisando a relação entre elas, através dos gráficos das séries temporais, da matriz de correlação e das estatísticas descritivas. Posteriormente será feita uma análise empírica, onde testamos a estacionariedade das séries através de testes de raiz unitária. De seguida, faremos a selecção de desfasamentos antes de aplicar o modelo VAR, através do qual iremos proceder à efectuação dos testes das funções impulso-resposta, bem como se apresentam os resultados da decomposição da variância. Como forma de analisar estas interacções, o estudo que se segue tem como finalidade aplicar e analisar os resultados do modelo VAR para perceber os factores que têm maior impacto, positivo ou negativo, nas acções de energia limpa, impulsionando ou retraindo maiores investimentos nesta indústria, seguindo a mesma abordagem de Henriques e Sadorsky (2008 e 2011) e Kumar *et al.* (2011).

4.1. Metodologia

Esta secção tem como objectivo fornecer a fundamentação teórica sobre os testes econométricos utilizados mais à frente neste trabalho.

Neste trabalho é considerado um Vector Auto-Regressivo (VAR) para investigar empiricamente a relação entre os preços das acções de energia limpa e os preços do petróleo, carbono, empresas de tecnologia e taxas de juro.

Para Brooks (2008), a correlação entre duas variáveis mede o grau de associação linear entre elas. Se se afirma que y e x são correlacionados, isso significa que y e x estão a ser tratados de uma forma completamente simétrica. Assim, não está implícito que as mudanças em x causam mudanças no y , ou mesmo que as mudanças em y causam mudanças em x . Pelo contrário, é simplesmente declarado que existe evidência de uma relação linear entre as duas variáveis, e que os movimentos nas duas são em média relacionados a um ponto, dado pelo coeficiente de correlação. Na regressão, a variável dependente (y) e a variável independente(s) (x 's) são tratadas de forma muito diferente. A variável y é assumida como sendo aleatória ou “estocástica” de alguma forma, ou seja, tem uma distribuição de probabilidade. As variáveis x , no entanto, presume-se que tenham valores fixos (“não-estocástica”) em repetidas amostras. A regressão como ferramenta é mais flexível e mais poderosa do que a correlação.

Deste modo a regressão pretende descrever e avaliar a relação entre uma determinada variável e uma ou mais variáveis. Mais especificamente, a regressão é uma tentativa de explicar os movimentos numa variável por referência aos movimentos numa ou noutras mais variáveis.

Segundo Brooks (2008) a principal vantagem do uso de um modelo VAR é não ser necessário explicar quais as variáveis endógenas e quais as variáveis explanatórias, uma vez que todas as variáveis endógenas são simultaneamente exógenas. Isto significa que num VAR, cada variável depende dos valores desfasados de todas as variáveis no sistema.

Um vector auto-regressivo pode ser escrito da seguinte forma:

Fórmula 1 - Vector Auto-Regressivo

$$\gamma_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i \gamma_{t-i} + \mu_t$$

Onde γ_t é um vector de variáveis $p \times 1$ determinado por k desfasamentos de todas as variáveis p no sistema, μ_t é um vector de erro $p \times 1$, β_0 é um vector $p \times 1$ de coeficientes de termos constantes e β_i é uma matriz de coeficientes no i^o desfasamento de γ .

Segundo Henriques e Sadorsky (2008), Kumar *et al.* (2011) e Brooks (2008), a escolha do número dos desfasamentos é crucial, pois se for demasiado elevado em relação à amostra, os graus de liberdade serão reduzidos e os erros padrão dos coeficientes estimados serão maiores. Por outro lado se o número dos desfasamentos for demasiado pequeno, então a análise VAR pode não ser capaz de capturar as propriedades dinâmicas dos dados.

No entanto nas análises econométricas, principalmente na análise de regressão, é necessário que as séries possuam a característica de estacionariedade, sem a qual seríamos conduzidos a resultados pouco confiáveis. Segundo Brooks (2008) uma série estacionária pode ser definida como tendo uma variância constante, uma média constante e auto-covariâncias constantes para cada desfasamento. Desta forma pode-se dizer que uma série temporal é estacionária se a sua média, variância e auto-covariância permanecem iguais independentemente do período de tempo em que sejam medidas. Uma série $I(2)$ contém duas raízes unitárias e assim exigiria o dobro de diferenciação para induzir estacionariedade. Uma série $I(1)$ e $I(2)$ pode andar longe do seu valor médio e atravessar esse valor médio raramente, enquanto uma série $I(0)$ deve cruzar a média com frequência. A maioria das séries financeiras e económicas contém uma única raiz unitária (Brooks, 2008).

De modo a definir se as séries utilizadas são estacionárias, bem como a sua ordem de integração, iremos utilizar o teste de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), que pode ser obtido pela seguinte equação:

Fórmula 2 - Augmented Dickey-Fuller (ADF)

$$\Delta y_t = \psi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta y_{t-1} + \mu_t$$

Onde os desfasamentos de Δy_t , sendo $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$, absorvem qualquer estrutura dinâmica presente na variável dependente, de modo a assegurar que μ_t não é auto-correlacionado (Brooks, 2008).

Aplicado o Modelo VAR, procede-se à análise dos resultados obtidos através de duas técnicas de estimação, sendo elas as funções de resposta impulso e a análise de decomposição da variância. Segundo Brooks (2008), as funções de resposta impulso traçam a capacidade de resposta das variáveis dependentes do VAR aos choques de cada uma das variáveis. Assim, para cada variável, de cada equação, separadamente, um choque unitário é aplicado ao erro, e são registados os efeitos sobre o sistema VAR ao longo do tempo. Por outro lado, a decomposição da variância oferece um método ligeiramente diferente para examinar a dinâmica do sistema VAR. A decomposição da variância mostra a proporção dos movimentos nas variáveis dependentes que são devidos ao seu próprio choque, contra choques nas outras variáveis, isto é, explica a importância relativa de cada variável, na variância dos resíduos das outras variáveis. Um choque para a i -ésima variável irá afectar directamente essa variável é claro, mas também será transmitida a todas as outras variáveis do sistema através da estrutura dinâmica do VAR.

4.2. Dados

Esta secção é destinada à apresentação das séries de dados utilizadas ao longo deste estudo. Os dados para a análise foram obtidos sob a forma de série

temporal (conjunto de observações de uma variável ao longo do tempo), para o período compreendido entre o dia 14 de Março de 2008 e 5 de Outubro de 2011.

Por forma a conseguir todas as séries de dados necessárias para efectuar o estudo, recorreu-se ao *software* de informação financeira *Bloomberg*.

Para o estudo em causa foram recolhidas seis séries temporais discretas, abaixo enunciadas, que descrevem observações diárias compreendidas entre 2008 e 2011 (14/03/2008 a 05/10/2011). Todos os *missing values* (causados por eventos que impossibilitaram o funcionamento do mercado, tal como por exemplo, feriados) foram substituídos pelo valor da cotação do dia anterior, tal como observado nos trabalhos de Sadorsky (2008) e Kumar *et al.* (2011), para assegurar a continuidade da série.

4.2.1 STOXX Europe 600 Index - Stoxx600

O STOXX Europe 600 Index, ao qual será dado o nome de Stoxx600, será utilizado neste estudo como variável representativa do mercado europeu. Este é um índice derivado do Índice total do mercado Europa STOXX TMI (Total Market Index) e é um subconjunto do STOXX1800 Global Index. Com um número fixo de 600 componentes, o STOXX Europe 600 Index representa empresas de pequena, média e grande capitalização em 18 países da região europeia: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido. Este é um índice europeu de capitalização ponderada baseada nas acções europeias, concebidas para fornecer uma representação líquida das empresas na Europa. Este índice utiliza títulos *free float shares*⁴ no seu cálculo. Este índice foi desenvolvido com um valor base de 100 em 31 de Dezembro de 1991 (Bloomberg, 2011 e STOXX, 2011).

⁴ Free float shares é um termo utilizado no mercado de capitais para designar a quantidade de acções de uma empresa em livre negociação no mercado.

4.2.2 STOXX Europe 600 Technology - Stoxx Tech

STOXX Europe 600 Technology, ao qual será dado o nome de StoxxTech durante o estudo, é a variável representativa das empresas tecnológicas, dado que alguma literatura (Henriques e Sadorsky (2008 e 2011) e Kumar *et al.* (2011)) o define como tendo comportamento semelhante ao das empresas de energia limpa. O índice STOXX Europe 600 Tecnologia é um dos índices de sectores do STOXX que estão disponíveis para os mercados globais, bem como para a Europa, a Zona Euro e a Europa Oriental. Derivado do Europa STOXX 600 Index, para 16 países europeus: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Países Baixos, Noruega, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido. Usando o padrão de mercado ICB - *Industry Classification Benchmark*⁵, as empresas são categorizadas de acordo com a sua principal fonte de receita. Este é um índice europeu de capitalização ponderada baseada nas acções europeias concebidas para fornecer uma representação líquida das empresas na Europa. Este índice utiliza títulos *free float shares* no seu cálculo. Este índice foi desenvolvido com um valor base de 100 em 31 de Dezembro de 2000.

4.2.3 European Renewable Energy Index - Erix

Para representar empresas de energia limpa é utilizado o European Renewable Energy Index - Erix. O Erix foi criado para a Société Générale em conjunto com SAM Indexes. Ele inclui as 10 maiores e mais líquidas acções europeias no sector das energias renováveis e incide sobretudo nas áreas de biomassa, geotérmica, marinha, água, energia solar e eólica. O STOXX Ltd. é responsável pelo cálculo em tempo real do Erix e pela sua disseminação aos fornecedores. Este índice utiliza títulos *free float shares* no seu cálculo, desde 13 de Outubro de 2005 (data de lançamento).

⁵ O Benchmark Industry Classification (ICB) é um sistema de categorização definitiva de mais de 70.000 empresas e 75.000 títulos em todo o mundo, desenvolvido pelo Dow Jones e FTSE, permite a comparação de empresas através de quatro níveis de classificação e para além das fronteiras nacionais. O ICB é utilizado mundialmente para dividir o mercado

4.2.4 Preços do Petróleo - Brent

Neste trabalho, o Brent será a variável utilizada para representar os preços do petróleo, uma vez que esta commodity é a referência do petróleo bruto para a Europa. Este irá ser expresso através do contrato mais curto de futuros do Brent, nomeadamente os futuros a 1 mês. O petróleo tipo Brent é a referência para os contractos futuros transaccionados na *London's International Petroleum Exchange* (IPE). Uma vez que o estudo irá incidir sobre o mercado europeu, e estando as demais variáveis expressas em Euros, mas estando este título cotado em USD, procedeu-se ao respectivo câmbio através da seguinte fórmula:

Fórmula 3 - Preço Brent em Euros

$$\text{Preço Brent} = \frac{\text{Preço do contrato de futuros Brent}}{\text{Taxa câmbio EURUSD}}$$

4.2.5 Licenças de emissões de carbono - Carbono

Com o sentido de analisar se os preços de emissões de carbono têm funcionado como um incentivo a um maior investimento em energia limpa, utilizaremos os preços dos contractos futuros do carbono com maturidade em Dezembro de 2012, para aferir da relação entre os preços do carbono e das acções de energia limpa. Estes títulos são transaccionados no *European Climate Exchange* (ECX) que foi lançado pelo *Chicago Climate Exchange* (CCX), em 2005, e agora é o líder de operação de comércio no *European Union Emissions Trading Scheme*.

4.2.6 Euribor 3 meses - Taxa de Juro

Para representar a taxa de juro, será utilizada a Euribor a 3 meses, pois esta é o índice de referência para a Europa. Euribor é a junção das palavras Euro *Interbank Offered Rate*. As taxas Euribor baseiam-se na média das taxas de juros praticadas em empréstimos interbancários em euros por 57 bancos proeminentes

em categorias cada vez mais específicas, permitindo aos investidores para comparar as tendências da indústria entre os sectores bem definidos.

européus (o painel de Bancos). No total existem 15 taxas de juros Euribor todas elas com um prazo diferente, dos quais iremos usar a Euribor a 3 meses.

4.2.7 Activo sem risco - Yields de Bonds da Alemanha a 10 anos

De modo a efectuar alguns cálculos, nomeadamente o índice de Sharpe, num determinado momento do capítulo 4 deste trabalho, onde havia necessidade de incluir um activo sem risco, a escolha do título representativo recaiu sobre as obrigações do estado Alemão a 10 anos.

4.3. Análise das séries de Dados

Ao longo do estudo irão ser usados os retornos diários e não os valores diários para analisar as relações entre as séries de dados. Por forma a efectuar o cálculo dos retornos diários de cada série continuamente utilizados, foi utilizada a seguinte fórmula de cálculo:

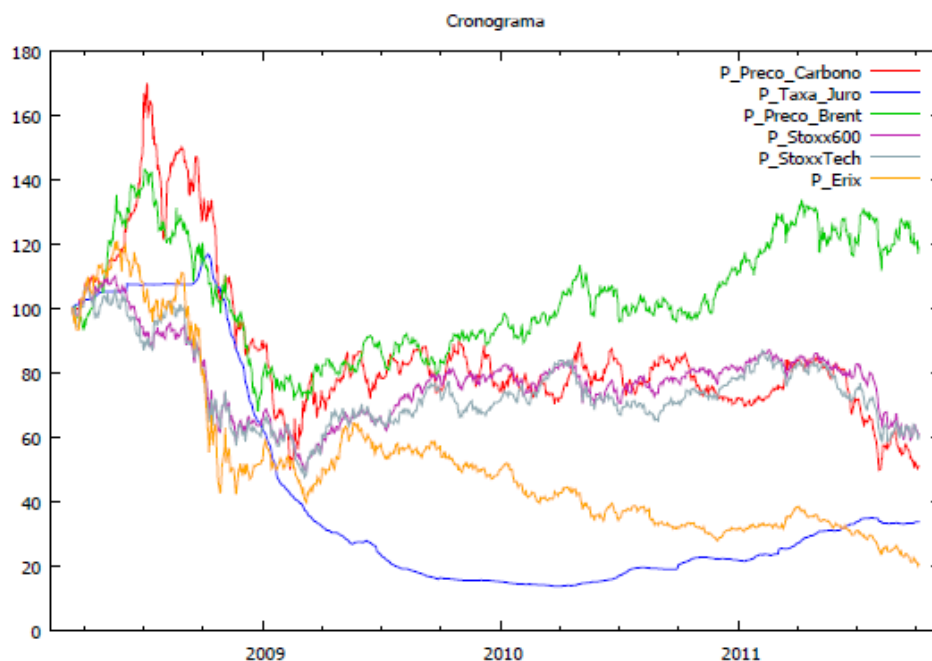
Fórmula 4 – Retornos contínuos das variáveis

$$\ln\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right)$$

Onde p_t é o preço de fecho diário.

O período sobre o qual irá incidir este estudo está compreendido entre 14 de Março de 2008 e 5 de Outubro de 2011. A figura 4, apresenta um cronograma das séries temporais do Erix, do StoxxTeh, do Stoxx600, preços do Brent e preços das permissões de emissões de CO₂. Por forma a facilitar a comparação das séries entre si, foi atribuído o valor inicial de 100 a cada uma das séries de dados na data de início do estudo em 14 de Março de 2008. No anexo 1 poderá ser consultado o cronograma individual de cada uma das séries em estudo com os valores reais relativos à sua cotação diária de fecho durante o período indicado.

Figura 4 - Cronograma das séries temporais



Na referida figura, podemos verificar que a recessão económica de 2008-2009 teve um grande impacto em todas as variáveis em geral, sendo que durante o período em estudo o índice representativo das empresas de energia limpa foi o que mais sofreu, tendo sido alvo de uma desvalorização de cerca de 80%. Do lado oposto estão os preços do petróleo, pois foram os que mais rápido recuperaram da referida desvalorização, encontrando-se no final do período em análise a um nível semelhante ao do início do período em estudo. Podemos verificar que no geral o índice de acções tecnológicas StoxxTech, apresenta um comportamento semelhante ao índice de mercado Stoxx600, ambos apresentando um elevado nível de correlação, na ordem dos 0.805 como poderá ser verificado na tabela 1. A mesma tabela mostra que o índice de acções de energia limpa tem uma correlação positiva baixa, quer com os preços do carbono, quer com os preços do petróleo, embora o primeiro seja ligeiramente mais elevado, com 0.31 e 0.28 respectivamente. Neste contexto podemos afirmar, que o petróleo e carbono não têm uma grande correlação com o retorno acções de energia limpa durante o período em análise. Já entre o índice de acções de energia limpa, o de acções de tecnologia e o índice de mercado, verificamos uma correlação positiva e significativa com 0.79 e 0.69 respectivamente. Podemos

portanto concluir que os três índices de acções estão altamente correlacionados entre si, não estando, todavia, significativamente correlacionados com as outras variáveis.

Tabela 1 - Matriz de correlação das variáveis

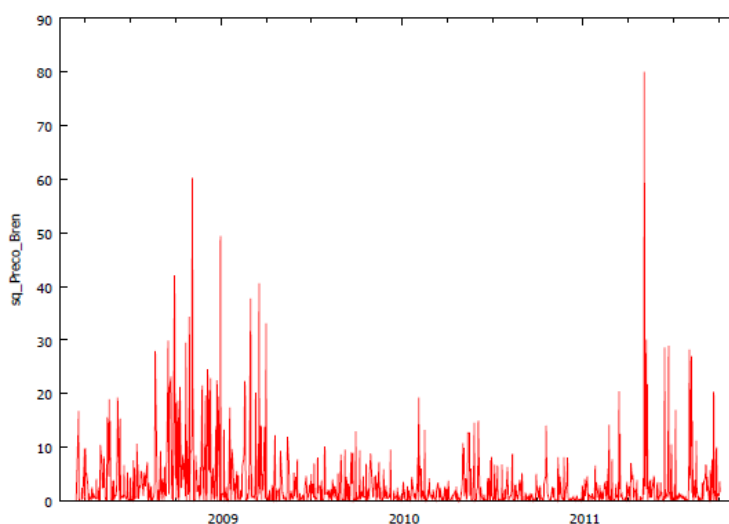
| | Erix | StoxxTech | Stoxx600 | Preço Brent | Taxa Juro | Preço Carbono |
|---------------|---------|-----------|----------|-------------|-----------|---------------|
| Preço Carbono | 0,3088 | 0,2302 | 0,2763 | 0,1529 | 0,011 | 1 |
| Taxa Juro | -0,0394 | -0,0152 | -0,0159 | 0,0836 | 1 | |
| Preço Brent | 0,285 | 0,2582 | 0,3151 | 1 | | |
| Stoxx600 | 0,7856 | 0,805 | 1 | | | |
| StoxxTech | 0,6935 | 1 | | | | |
| Erix | 1 | | | | | |

Coeficientes de Correlação, usando as observações 2008/03/14 - 2011/10/05; 5% valor crítico (bilateral) = 0,0643 para n = 929

Com um valor de -0.04, a correlação entre o índice de energia limpa e as taxas de juro é quase nula ou sem significado.

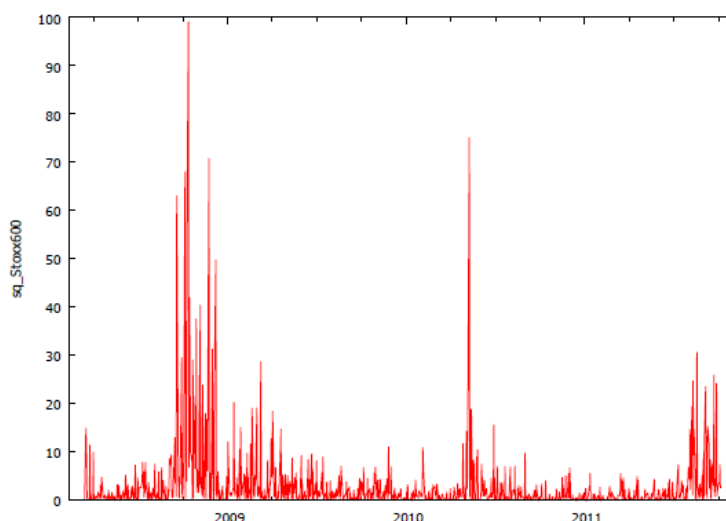
Os gráficos temporais das séries de retornos quadrados, mostra-nos como as séries evoluem ao longo do período analisado. Como seria de esperar, todas as variáveis mostram grandes níveis de volatilidade no final de 2008 e princípio de 2009, reflectindo a recessão económica registada nesta altura, fruto da crise bancária, que teve início em 2008, ano que foi marcado pela maior desaceleração económica desde a Grande Depressão e que teve efeitos económicos à escala global.

Figura 5 - Retornos quadrados diários Brent



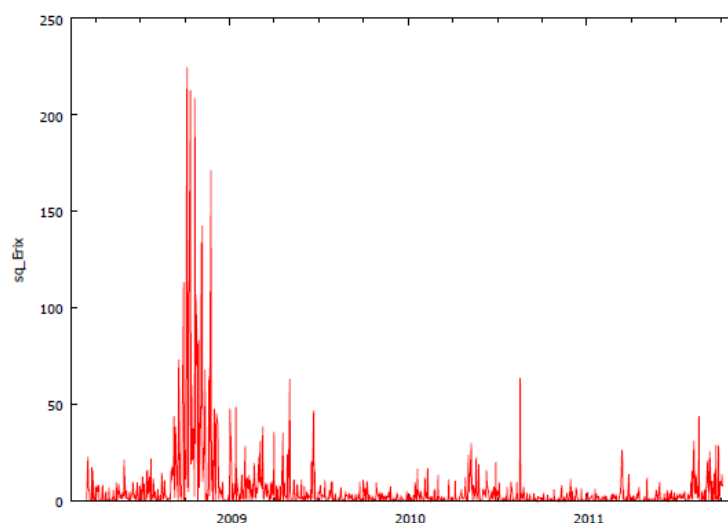
Podemos também verificar que os retornos quadrados do Brent na figura 5, para o período acima mencionado, regista também um pico acentuado no final do primeiro trimestre de 2011, devendo este período reflectir o período onde se registaram tumultos da chamada Primavera árabe que decorreram em vários países do Norte de África e do Médio Oriente. Em alguns casos houve derrubes de regimes e de governantes, como no Egipto, na Líbia ou na Tunísia, noutros tal ainda não aconteceu, como na Síria, afectando assim a segurança na distribuição e transporte de petróleo, principalmente através do Canal de Suez.

Figura 6 - Retornos quadrados diários Stoxx600



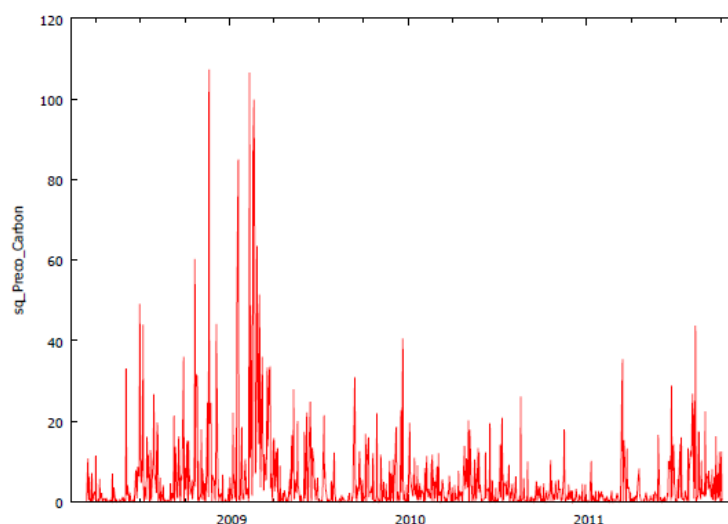
O Stoxx600 na figura 6, índice escolhido como representativo do mercado europeu, registou um pico bastante acentuado no início de 2010, provavelmente devido ao início da crise da dívida soberana registada nos países periféricos da Europa, inicialmente na Irlanda e Grécia em 2010 e que afectou também Portugal em 2011, para a qual as entidades europeias BCE (Banco Central europeu) e mundiais FMI (Fundo Monetário Internacional) juntamente com a Alemanha e a França tentam a todo o custo travar evitando que se alastre a outros países como a Espanha e a Itália e o possível colapso da moeda única: o Euro.

Figura 7 - Retornos quadrados diários Erix



O índice de empresas de energia limpa (Erix) na figura 7, apresenta um comportamento em tudo semelhante ao índice de mercado, no que respeita aos períodos de maior volatilidade, no entanto, mostra níveis de volatilidade consideravelmente mais elevados nos finais de 2009, durante a crise económica.

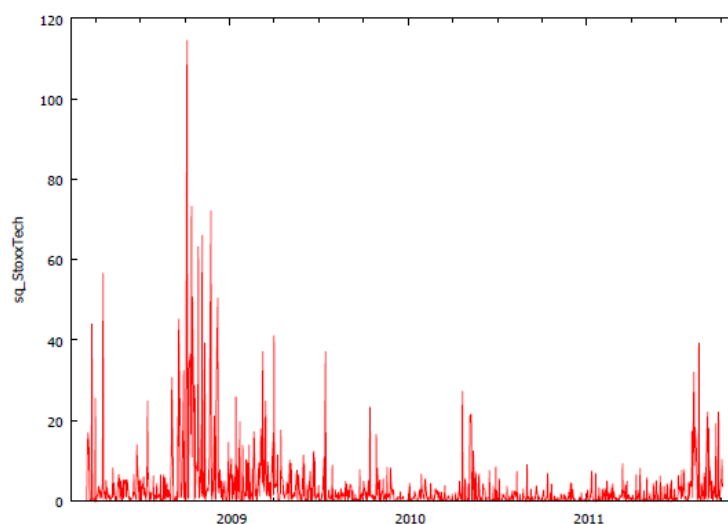
Figura 8 - Retornos quadrados diários Carbono



Curiosamente todas as variáveis mostram uma crescente volatilidade nos últimos meses do período analisado, reflectindo a instabilidade vivida na Europa causada pela crise da dívida dos países periféricos europeus (Grécia, Irlanda e Portugal,

aos que poderão juntar-se Itália e Espanha). No caso mais grave da Grécia, onde as medidas de austeridade parecem não conseguir estancar a escalada da dívida, será necessária uma intervenção da Europa para evitar o *default* que poderia trazer consequências graves. Neste sentido a indefinição e indecisão da Europa na tomada de medidas concretas, que poderão passar pela mais que provável reestruturação da dívida Grega com um *hair cut* da dívida em cerca de 50%, está a trazer insegurança aos mercados um pouco por todo o mundo, sendo mais prejudicial para os mercados europeus.

Figura 9 - Retornos quadrados diários StoxxTech



Na tabela 2, apresentam-se os dados estatísticos descritivos referentes às variáveis apresentadas, representando os retornos dos investimentos em empresas de energia limpa, empresas tecnológicas, empresas gerais do mercado europeu, futuros das licenças de emissões de carbono e futuros do Brent.

De entre os resultados obtidos, temos a média diária composta, de cada uma das variáveis. Para conseguir tirar ilações numa base anual multiplicou-se os retornos diários por 360, permitindo obter os retornos médios anuais. Assim, obtemos como retornos anuais para as acções de energia limpa, tecnológicas e o mercado europeu, uma média anualizada de -0.612, -0.18 e -0.18 respectivamente. Os futuros do carbono e petróleo têm um retorno médio anualizado de -0.252 e

0.072, respectivamente, enquanto o retorno médio anualizado das taxas de juro a 3 meses são de -0,432.

Tabela 2 - Dados Descritivos das variáveis

| | Média | Mediana | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão | C.V. | Envies. | Curtose | Índice Sharpe |
|-----------|---------|---------|---------|--------|------------------|---------|---------|---------|------------------|
| Preço | | | | | | | | | |
| Carbono | -0,0007 | 0,0000 | -0,1036 | 0,0978 | 0,0227 | 31,2680 | -0,2124 | 2,5203 | 0,0014 |
| Taxa Juro | -0,0012 | 0,0000 | -0,0427 | 0,0567 | 0,0066 | 5,6674 | 0,4830 | 14,0510 | -0,0210 |
| Preço | | | | | | | | | |
| Brent | 0,0002 | 0,0007 | -0,0698 | 0,0764 | 0,0170 | 90,9440 | -0,1673 | 1,2820 | 0,0424 |
| Stoxx600 | -0,0005 | 0,0000 | -0,0825 | 0,0996 | 0,0174 | 32,8800 | 0,0217 | 4,4543 | 0,0134 |
| StoxxTech | -0,0005 | 0,0000 | -0,1071 | 0,0850 | 0,0192 | 35,3220 | -0,2092 | 3,4282 | 0,0108 |
| Erix | -0,0017 | -0,0008 | -0,1499 | 0,1459 | 0,0254 | 14,9590 | -0,2896 | 6,1709 | -0,0374 |

Analisando o risco específico de cada investimento, será tido em consideração o desvio padrão de cada activo. Observa-se que o activo com maior risco de investimento é o Erix apresentando um desvio padrão de 2,54%, seguido do Preço do Carbono com 2,27%. O StoxxTech, o Preço Brent e o Stoxx600, apresentam valores semelhantes, com 0,0192, 0,170 e 0,174, enquanto a taxa de juro apresenta o desvio padrão mais baixo com o valor de 0,0066. Convém ainda referir que todos os activos apresentam um valor de média negativo à excepção dos retornos do petróleo.

No que respeita ao estudo da normalidade das séries, obtivemos para os valores da skewness (enviesamento), valores diferentes de 0. Quanto à curtose, que mede a dispersão que caracteriza o pico ou achatamento da curva da função de distribuição da probabilidade, temos que os valores observados são todos eles diferentes de 3. Podemos então concluir que nenhuma das séries se caracteriza pela distribuição normal. Para além dos retornos, que espelham a performance do investimento efectuado, é importante também analisar o índice de sharpe, dado que a performance estatística por si só é um elemento de avaliação incompleto. O índice de sharpe é um rácio que mede a eficiência de uma carteira de activos na capacidade de gerar retorno face ao risco sistemático assumido. Este conjuga a medição de performance com volatilidade (risco) contra um investimento de risco

zero. Um alto valor do Índice de Sarpe indica risco mais baixo e retornos mais altos.

Conforme enunciado na descrição dos dados, o activo sem risco escolhido para o cálculo do índice de sharpe foi a cotação das obrigações da Alemanha com maturidade a 10 anos. O cálculo foi efectuado segundo a seguinte fórmula:

Fórmula 5 - Índice de Sharpe

$$\text{Índice Sharpe} = \frac{\mu(r_p - r_f)}{\sigma(r_p - r_f)}$$

Onde μ representa a média, r_p o retorno da variável, r_f o retorno do activo sem risco e σ o desvio padrão.

No estudo efectuado os futuros do petróleo são os que apresentam o valor mais alto com 4,24% e portanto a variável na qual se obteria o melhor binómio risco-rentabilidade média, seguida do Stox600 com valor de 0.0134 e o StoxTech com 0.0108. Os preços das licenças de carbono, o Erix e as taxas de juro apresentam valores baixos, sendo que os dois últimos chegam mesmo a ser negativos. Logo consegue-se obter um maior retorno por unidade de risco para o preço do petróleo, sendo este o activo com a melhor performance histórica no período amostral considerado.

4.4. Análise empírica

Nesta secção serão analisados os resultados econométricos obtidos da relação entre as variáveis no período compreendido entre 14 de Março de 2008 e 05 de Outubro de 2011.

Primeiramente será analisado um modelo multifactorial *Ordinary Least Squares* (OLS) na Tabela 3, tendo-se usado como variáveis dependentes o StoxTech e o Erix, e como variáveis independentes o Stox600, os preços do carbono e do petróleo e as taxas de juro.

Podemos verificar que independentemente da introdução da variável mercado, todas as variáveis são estatisticamente significativas, sendo que todas elas

influenciam o índice de acções de energia limpa. O mesmo já não acontece com o índice de acções de tecnologia, que numa primeira abordagem sem introduzir a variável mercado é significativamente influenciado pelo preço do carbono e do petróleo. Todavia ao introduzir-se o índice de acções representativas do mercado passa a ser apenas influenciado por este, com significância estatística. Mais ainda, verificamos que a variável taxa de juro está negativamente relacionada com ambos os índices, independentemente da inclusão da variável representativa do mercado.

Tabela 3 - Modelo multifactor OLS

| Mínimos Quadrados (OLS), usando as observações 2008/03/14-2011/10/05 (T = 929) | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | Erix | | StoxxTech | |
| Preço Carbono | 0,3039 (8,889)*** | 0,1088 (4,648)*** | 0,1656 (6,202)*** | 0,0069 (0,3988) |
| Preço Brent | 0,371 (8,118)*** | 0,0561 (1,768)* | 0,2617 (7,330)*** | 0,0054 (0,2308) |
| Stoxx600 | | 1,0864 (34,23)*** | | 0,8841 (37,76)*** |
| Taxa Juro | -0,2422 (-2,087)** | -0,1217 (-1,577)* | -0,1067 -1,177 | -0,0086 (-0,1514) |
| Constante | -0,0018 (-2,450)** | -0,0012 (-2,308)** | -0,0006 (-0,9842) | -0,0001 (-0,2147) |
| R ² ajustado | 0,1545 | 0,6304 | 0,1023 | 0,6467 |
| Observações | 929 | 929 | 929 | 929 |

***, **, * mostra se o teste estatístico é significativo para os níveis de 1%, 5% ou 10%.

Em alguma literatura anterior (Kumar et al. (2011), é utilizado um modelo para avaliar o risco sistemático de mercado das variáveis endógenas. Neste trabalho será também utilizado o modelo da recta característica aplicado ao APT para conseguir designar o coeficiente associado ao índice de mercado a medida do risco sistemático.

Para isso iremos, e por forma a obter os resultados acima descritos, usar como variáveis os retornos do Stoxx600 (representativo do mercado) e os retornos dos índices Erix e StoxxTech como variáveis endógenas, transformando-as da seguinte forma:

Fórmula 6 - Transformação variável Stoxx600 para cálculo do risco de mercado

$$MStoxx600 = (r_{Stoxx600} - r_f)$$

Fórmula 7 - Transformação variável StoxxTech para cálculo do risco de mercado

$$MStoxxTech = (r_{StoxxTech} - r_f)$$

Fórmula 8 - Transformação variável Erix para cálculo do risco de mercado

$$MErix = (r_{Erix} - r_f)$$

Posto isto, conseguiram-se obter os resultados que se apresentam na tabela 4.

Tabela 4 - Modelo Multifactor OLS para cálculo do risco de mercado

| Mínimos Quadrados (OLS), usando as observações 2008/03/14-2011/10/05 (T = 929) | | |
|---|------------------------|-----------------------|
| | MErix | MStoxxTech |
| MPreço Carbono | 0,1101 (4,744)*** | 0,000 (0,0835) |
| MPreço Brent | 0,0527 (1,688)* | 0,0121 (0,5262) |
| MStoxx600 | 1,1250 (31,48)*** | 0,8943 (33,77)*** |
| MTaxa Juro | -0,1980 (-5,399)*** | 0,0821 (3,022) *** |
| MConstante | -0,0013 (-2,614)*** | -0,0001 (-0,2147) |
| R ² ajustado | 0,6168 | 0,6467 |
| Observações | 929 | 929 |
| ***, **, * mostra se o teste estatístico é significativo para os níveis de 1%, 5% ou 10%. | | |

Analisando a Tabela 4, podemos concluir que o Índice de acções de energia limpa Erix apresenta um Beta de aproximadamente 1,12, ou seja, possui um risco sistémico 12% superior ao mercado, aqui representado pelo Índice Stoxx600. Quanto ao Índice de acções tecnológicas StoxxTech este apresenta um Beta de aproximadamente 0,89, o que indica que possui um risco sistémico 11% inferior

ao mercado. Na realidade só a medida do risco sistémico (ou seja, de que forma um activo varia com os factores de mercado) é que é interessante analisar, pois o risco individual dos activos pode ser reduzido adoptando uma estratégia de diversificação

Antes de avançar para o modelo VAR, conforme descrito, proceder-se-á à realização de testes de raiz unitária por forma a averiguar se existe ou não estacionariedade em todas as séries em conjunto, bem como aferir acerca da sua ordem de integração. Este procedimento é necessário nas análises econométricas e principalmente nas regressões, para garantir que as séries utilizadas nas estimações relevantes são estacionárias, sob pena de se incorrerem em erros de estimação e enviesamento.

Tabela 5 - Testes de raiz unitária

| | Testes ADF | | | | | |
|--------------------|--------------|-----------|-----------------------|----------------------|------------|-----------------------|
| | Nível | | | Primeiras Diferenças | | |
| | Sem constant | Constante | Constante e tendência | Sem constante | Constante | Constante e tendência |
| Erix Preço Carbono | -1,9880 | -1,1559 | -2,6557 | -6,1553*** | -6,4423*** | -6,4381*** |
| Preço Brent | -1,0592 | -1,1667 | -2,2529 | -7,0158*** | -7,0916*** | -7,1109*** |
| Stoxx600 | 0,2981 | -1,3811 | -1,6017 | -6,8651*** | -6,8711*** | -6,8789*** |
| StoxxTech | -1,1649 | -2,1124 | -2,0858 | -7,2629*** | -7,3444*** | -7,3483*** |
| Taxa Juro | -1,1172 | -2,6072 | -2,5318 | -6,0447*** | -6,1080*** | -6,1195*** |
| | -2,0025 | -1,8582 | -0,7977 | -3,1257*** | -3,2151** | -3,7862** |

***, **, * mostra se o teste estatístico é significativo para os níveis de 1%, 5% ou 10%.

Na Tabela 5 apresentamos os valores do teste Aumentado de Dickey-Fuller (ADF) realizado. Todas as variáveis estão expressas em logaritmos naturais para reduzir a variabilidade indesejada (heterocedasticidade) nos dados. Analisando os resultados obtidos podemos afirmar que as variáveis são estacionárias em conjunto às primeiras diferenças, conforme seria de esperar para este género de dados. Desta forma as séries estudadas são integradas de ordem um ($I(1)$). Foram somente apresentados os resultados para o teste aumentado ADF por ser um teste de aceitação geral, e porque ao efectuarmos os restantes testes verificámos que as conclusões gerais mantinham-se.

Para estimar o Modelo VAR, conforme explanado na secção da metodologia, é de enorme importância escolher os valores de defasamento adequados. A selecção do número adequado de defasamentos, é efectuada considerando o critério de Akaike (AIC), o critério Bayesiano de Schwarz (BIC), e o critério de Hannan-Quinn (HQC).

Tabela 6 - Testes Selecção de defasamentos

| Defasamentos | log. Verosim. | p(LR) | AIC | BIC | HQC |
|--------------|---------------|--------|-----------|-------------|-------------|
| 1 | 16151,4181 | - | -35,0586 | -34,838148* | -34,974459* |
| 2 | 16198,0403 | 0,0000 | -35,0817* | -34,6723 | -34,9255 |
| 3 | 16233,5312 | 0,0005 | -35,0806 | -34,4823 | -34,8523 |
| 4 | 16251,9162 | 0,4330 | -35,0423 | -34,2550 | -34,7418 |
| 5 | 16274,0356 | 0,1629 | -35,0120 | -34,0358 | -34,6395 |
| 6 | 16304,5752 | 0,0056 | -35,0002 | -33,8350 | -34,5555 |
| 7 | 16329,9425 | 0,0526 | -34,9770 | -33,6229 | -34,4603 |
| 8 | 16365,8271 | 0,0004 | -34,9768 | -33,4337 | -34,3879 |
| 9 | 16384,8061 | 0,3802 | -34,9397 | -33,2078 | -34,2788 |
| 10 | 16405,0821 | 0,2765 | -34,9055 | -32,9846 | -34,1724 |

Como podemos verificar na tabela 5, aplicando os critérios descritos, considerando 10 defasamentos iniciais, temos que, segundo o critério de Bayesiano de Schwarz, e o critério de Hannan-Quinn, os dois indicam que o número de defasamentos mais adequado será de um, enquanto segundo o critério de Akaike o comprimento adequado seria dois. Posto isto, optou-se por tomar em consideração os resultados do critério Bayesiano de Schwarz, e o critério de Hannan-Quinn, utilizando o nível de defasamentos de um para estimar o Modelo VAR.

Uma vez efectuados os testes necessários, avançou-se para a estimação do modelo VAR, do qual resultaram as informações descritas na Tabela 7.

Tabela 7 - Vector Auto-Regressivo

| Equação | Parâmetros | Soma Resíduos Quadrados | R- Quadrado | P (F) |
|---------------|------------|----------------------------|----------------|--------|
| Preço Carbono | 48 | 0,4630 | 0,0304 | 0,0001 |
| Taxa de Juro | 48 | 0,0197 | 0,5156 | 0,0000 |
| Preço Brent | 48 | 0,2671 | 0,0075 | 0,3280 |
| Stoxx600 | 48 | 0,2813 | 0,0038 | 0,7464 |
| Stoxx Tech | 48 | 0,3424 | 0,0041 | 0,6992 |
| Erix | 48 | 0,5926 | 0,0095 | 0,1841 |

Analizando os resultados obtidos através da tabela acima referida, verificamos que apenas existe significância para o preço do carbono e a taxa de juro. No que respeita ao R-quadrado, os resultados demonstram que o potencial explicativo das variáveis utilizadas não é muito elevado, apresentando a generalidade das variáveis valores bastante baixos de R^2 , quase nulos, com excepção da taxa de juro que consegue uma significância de 0,5156 no entanto ainda assim insuficiente. Quanto à Soma dos Resíduos Quadrados, observam-se valores bastantes altos e diferentes de zero, pelo que a explicação ajustada da recta não é completa, excepção feita mais uma vez pela taxa de juro. Apesar de os valores obtidos até ao momento nos revelarem um valor explicativo das variáveis assumidas reduzido para o mercado europeu e para o período em análise considerado, optou-se por, ainda assim, continuar com a análise, de forma a perceber o porquê da obtenção de resultados tão díspares quando comparamos os mesmos com os obtidos para os EUA.

De seguida apresentam-se os testes de decomposição da variância. Com a análise da decomposição da variância pretende-se analisar a importância de cada variável no modelo VAR pela forma como pode explicar uma outra variável. Todas as representações gráficas referentes às próximas tabelas encontram-se no anexo II. Note-se que os valores obtidos para a decomposição da variância são interpretados como valores de elasticidade preço, ou seja, cada um destes coeficientes indica qual o impacto em termos percentuais sobre a variável endógena, quando a exógena aumenta em 1%.

Tabela 8 - Decomposição da Variância Preço Carbono

| Decomposição de variância para Preço Carbono | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|-----------|-------------|----------|-----------|---------|
| Período | Erro padrão | Preço Carbono | Taxa Juro | Preço Brent | Stoxx600 | StoxxTech | Erix |
| 1 | 0,02234 | 100,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 5 | 0,02268 | 97,69550 | 0,00980 | 0,77180 | 1,28690 | 0,00790 | 0,22810 |
| 10 | 0,02268 | 97,77350 | 0,00990 | 0,91470 | 1,09050 | 0,00790 | 0,22810 |
| 15 | 0,02268 | 97,69550 | 0,00980 | 0,77180 | 1,28690 | 0,00790 | 0,22810 |

Analisando na Tabela 8, para a decomposição da variância do Preço do carbono, verificamos que para o momento 1, 5, 10, 15 esta variável é maioritariamente explicada por ela própria no primeiro momento em 100% (a 1 dia) e posteriormente em cerca de 97%. Os resultados parecem de facto mostrar que o impacto das outras variáveis sobre esta é tão residual, que podem ser desconsiderados, com valores muito semelhantes mesmo com o aumento do número dias considerado.

Tabela 9 - Decomposição da Variância Taxa de Juro

| Decomposição de variância para Taxa Juro | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|-----------|-------------|----------|-----------|---------|
| Período | Erro padrão | Preço Carbono | Taxa Juro | Preço Brent | Stoxx600 | StoxxTech | Erix |
| 1 | 0,00461 | 0,01250 | 99,98750 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 5 | 0,00651 | 0,09720 | 99,51830 | 0,12580 | 0,17750 | 0,01490 | 0,06620 |
| 10 | 0,00662 | 0,09970 | 99,50230 | 0,12930 | 0,18300 | 0,01560 | 0,07000 |
| 15 | 0,00663 | 0,09980 | 99,50170 | 0,12940 | 0,18320 | 0,01570 | 0,07020 |

Ao analisar a Tabela 9 e os testes de decomposição da variância da Taxa de Juro verifica-se que esta apresenta valores ainda maiores, no que respeita a explicar-se a ela própria em quase 100% no momento 1 e em cerca de 99,5% no momento 5, 10, 15, deixando valores muito marginais no que concerne a ser explicada pelas demais variáveis, tal como também pode ser verificado pela representação gráfica das funções impulso resposta em anexos. Todavia, no caso da taxa de juro verificamos que o poder explicativo das outras variáveis aumenta à medida que avançamos no tempo ainda que de forma muito residual.

Tabela 10 - Decomposição da Variância Preço Brent

| Decomposição de variância para Preço Brent | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|-----------|-------------|----------|-----------|---------|
| Período | Erro padrão | Preço Carbono | Taxa Juro | Preço Brent | Stoxx600 | StoxxTech | Erix |
| 1 | 0,01697 | 2,41610 | 0,20760 | 97,37630 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 5 | 0,01703 | 2,41630 | 0,65130 | 96,69370 | 0,09200 | 0,01490 | 0,04490 |
| 10 | 0,01703 | 2,41570 | 0,67940 | 96,66610 | 0,09200 | 0,01560 | 0,04500 |
| 15 | 0,01703 | 2,41560 | 0,68040 | 96,66510 | 0,09200 | 0,01570 | 0,04500 |

No que respeita à decomposição da variância do preço do Brent que pode ser verificada na Tabela 10, este apresenta também valores bastante reduzidos no que respeita a ser explicado pelas outras variáveis, sendo explicada por si mesmo em valores na ordem dos 97%. Contudo, parece que a relação entre o preço do carbono e o preço do Brent é mais forte dado que as variações do preço do carbono conseguem explicar as variações do preço do petróleo em cerca de 2,4% ao longo do tempo. Isto já era de certo modo expectável dado que ao aumentar o montante utilizado de combustíveis fósseis implica adquirir um maior número de licenças de CO₂. Todavia, pelos valores baixos obtidos podemos retirar ilações acerca do actual estado do sistema *cap-and-trade*: os resultados apontam que até ao momento este mesmo sistema ainda não está a funcionar de modo desejável, ou seja, em pleno.

Tabela 11 - Decomposição da Variância Erix

| Decomposição de variância para Erix | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------------|-----------|-------------|----------|-----------|----------|
| Período | Erro padrão | Preço Carbono | Taxa Juro | Preço Brent | Stoxx600 | StoxxTech | Erix |
| 1 | 0,02527 | 9,91040 | 0,28470 | 5,91930 | 47,27700 | 1,15200 | 35,45660 |
| 5 | 0,02539 | 10,38000 | 0,29160 | 5,86900 | 46,91900 | 1,19010 | 35,35040 |
| 10 | 0,02539 | 10,37990 | 0,29190 | 5,86900 | 46,91880 | 1,19010 | 35,35030 |
| 15 | 0,02539 | 10,37990 | 0,29190 | 5,86900 | 46,91880 | 1,19010 | 35,35030 |

A decomposição da variância da variável Erix espelhada na Tabela 11, mostra já valores interessantes, uma vez que é explicada por si própria em cerca de 35% nos momentos 1, 5, 10 e 15, em cerca de 47% pela variável mercado Stoxxx 600 e em cerca de 10% pela variável carbono nos mesmos momentos. O que demonstra que no durante o período observado o factor mercado foi o que mais influenciou esta variável, influenciada também mas em menor grau pelo preço das

licenças do carbono. Pode-se atestar este mesmo facto na representação gráfica das funções impulso resposta para esta variável no anexo III e nas representações gráficas desta mesma secomposição da variância no anexo II.

Tabela 12 - Decomposição da Variância Stoxx600

| Decomposição de variância para Stoxx600 | | | | | | | |
|---|-------------|---------|-----------|-------------|----------|-----------|---------|
| Período | Erro padrão | Preço | | | Stoxx600 | StoxxTech | Erix |
| | | Carbono | Taxa Juro | Preço Brent | | | |
| 1 | 0,01741 | 7,87520 | 0,00560 | 7,62540 | 84,49390 | 0,00000 | 0,00000 |
| 5 | 0,01744 | 7,89140 | 0,04200 | 7,59940 | 84,19510 | 0,26200 | 0,01000 |
| 10 | 0,01744 | 7,89120 | 0,04540 | 7,59920 | 84,19230 | 0,26200 | 0,01000 |
| 15 | 0,01744 | 7,89120 | 0,04550 | 7,59920 | 84,19220 | 0,26200 | 0,01000 |

A decomposição da variância da variável Stoxx600 observada na Tabela 12, espelha para os momentos 1,5,10 e 15, algumas coisas interessantes, mas ainda assim verificamos uma reduzida explicação desta variável pelo factor Brent e Preço do Carbono em 7,6% e 7,8% respectivamente, sendo explicada por si própria em cerca de 85%. Deixando apenas valores marginais para a influência das demais variáveis. Podemos ainda verificar que a influência das variáveis diminui à medida que o número de dias na amostra aumenta.

Tabela 13 - Decomposição da Variância Stoxx Tech

| Decomposição de variância para StoxxTech | | | | | | | |
|--|-------------|---------|-----------|-------------|----------|-----------|---------|
| Período | Erro padrão | Preço | | | Stoxx600 | StoxxTech | Erix |
| | | Carbono | Taxa Juro | Preço Brent | | | |
| 1 | 0,01921 | 5,23800 | 0,00470 | 5,19380 | 54,79290 | 34,77060 | 0,00000 |
| 5 | 0,01925 | 5,24330 | 0,09250 | 5,22350 | 54,57420 | 34,64670 | 0,21970 |
| 10 | 0,01925 | 5,24290 | 0,10020 | 5,22310 | 54,57000 | 34,64400 | 0,21970 |
| 15 | 0,01925 | 5,24290 | 0,10050 | 5,22310 | 54,56980 | 34,64400 | 0,21970 |

A Tabela 13, onde está representada a decomposição da variância da variável StoxxTech, mostra valores interessantes, sendo explicada pelo factor mercado em cerca de 55% e por si própria em cerca de 35% para os momentos observados de 1, 5, 10 e 15 dias, sendo também explicada pela variável representativa do petróleo e pela do carbono em cerca 5% para o período considerado.

Os testes de função Resposta-Impulso têm como finalidade perceber quanto se move uma variável em resposta a um aumento percentual numa primeira variável. Podem ser analisadas as imagens representativas destas funções de impulso resposta no anexo III.

Ao analisar as referidas imagens, temos que para o Preço do Brent, este apenas é significativo em resposta a um choque da Taxa de Juro no momento inicial, vindo progressivamente a decrescer até 0 num período temporal de 14 dias, continuando posteriormente constante. Também responde significativamente a um impulso do preço do carbono no momento inicial a 2 dias decrescente até próximo de 0 no momento 4 (ou seja, após 4 dias).

Quanto ao preço do carbono analisando as funções resposta impulso, temos que esta responde negativamente a um choque percentual do Stoxx600, do Erix e do Preço do Brent no momento 2 convergindo para 0 no momento 4. Este é ainda afectado por um impulso de si próprio no momento 2, voltando a 0 de seguida no momento 3.

Nas funções resposta impulso no que respeita à variável Erix, esta responde positivamente a choques do Stoxx600, do StoxxTech, dos Preços do Carbono, dos Preços do Petróleo e de si própria, no momento inicial 2, voltando ao valor 0 no momento 4, aí permanecendo. Verifica-se ainda que não tem resposta significativa a um impulso das taxas de juro.

Para a variável StoxxTech, as funções resposta impulso são algo semelhantes ao que vimos com o Erix, em que esta responde positivamente a choques do Stoxx600, do StoxxTech, dos Preços do Carbono e dos Preços do Petróleo, respondendo apenas negativamente a um choque de Erix no momento inicial 2, convergindo para 0 no momento 4 (a 4 dias). Também esta variável não tem resposta significativa a um impulso das taxas de juro.

Para as funções resposta impulso do Stoxx600, vemos que este responde positivamente a um choque do preço do petróleo e do carbono no momento 2 voltando a decrescer no momento 4, respondendo também positivamente a um choque dele próprio mas desta vez a voltar ao 0, ainda mais cedo no momento 3 (ou 3 dias). Quanto a um choque percentual do StoxxTech este responde

positivamente no momento 0 e negativamente no momento 3, voltando ao 0 no momento 4.

Por fim, nas funções impulso resposta da variável Taxa de Juro, verificamos que esta responde positivamente a um choque do Stoxx600 e do Preço do Brent no momento 2, decrescendo em ambos progressivamente até ao momento 13. Também responde positivamente a um choque de si própria no momento 2, iniciando uma curva descendente progressivamente até ao momento 14. Podemos então concluir que excluindo uma fase inicial de 0 a 2 ou 3 dias, o impulso inicial provocado por uma variável sobre a outra acaba por convergir para zero findo esse prazo, revelando que par o período, o mercado e as variáveis consideradas, podem existir outros factores que não os que aqui se apresentam que poderão ter (ou não, visto que estamos somente a tecer considerações gerais) impacto tanto sobre os índices das empresas tecnológicas como sobre os índices das empresas de energia limpa.

Capítulo 5

Considerações Finais

Com as crescentes preocupações relacionadas com as mudanças climáticas bem como a segurança energética e a contribuição destas para a mudança de paradigma no que respeita ao consumo de energia bem como às fontes de energia utilizadas, tem-se discutido a necessidade de reduzir o consumo de energia bem como a mudança e consequente diminuição de fontes de energia fóssil (nomeadamente o petróleo), quer por questões ambientais quer por questões relacionadas com a segurança envolvida na produção e distribuição do mesmo. Neste contexto, tem-se assistido a um crescente aumento de atenção que tem sido dada ao poder das energias renováveis como potencial substituto das energias fósseis. É neste contexto e sabendo que existe a necessidade de incentivos governamentais para tornar possível esta mudança de fontes de energia a preços acessíveis, uma vez que os custos de produção são ainda bastantes elevados, que decidimos analisar quais os factores que poderão impulsionar ou retrainir o investimento em energia limpa no contexto do mercado europeu. Desta forma decidiu-se analisar esta temática com base na relação das fontes de energia limpa com outras variáveis que poderiam exercer potencial influência através dos mercados financeiros. Recorrendo a uma abrangente pesquisa bibliográfica, foram identificadas como potenciais variáveis, os preços do petróleo, os preços do carbono, as taxas de juro, um índice de acções de empresas tecnológicas e um índice acções representativo do mercado europeu, como aquelas que poderiam influenciar as acções das empresas de energia limpa, ou seja, conduzir a um maior investimento em fontes de energia capazes de competir com o actual domínio das fontes de energia fóssil. O estudo é feito considerando o período de 14 de Março de 2008 a 5 de Outubro de 2011 para o mercado europeu, dado que os estudos recentes na área têm sido aplicados ao mercado americano, e era por isso interessante tentar perceber até que ponto os esforços das entidades Europeias têm sido recompensados. Todavia, os resultados obtidos ficaram aquém do esperado, se o objectivo das transacções de licenças de CO₂ é mesmo o de atenuar o impacto ambiental da utilização de combustíveis fósseis.

Ao longo da nossa análise verificámos a existência de fraca correlação entre os preços do petróleo, os do carbono e as taxas de juro, assim como também entre

as taxas de juro e os preços do carbono. Os índices de acções das empresas de energia limpa, empresas de tecnologia e o de mercado, estão fortemente correlacionados, no entanto evidenciam fraca correlação com os preços do petróleo e os de carbono. Já as taxas de juro estão negativamente correlacionadas com estes três índices. Acreditamos que estes resultados, se devam em parte à crise da dívida soberana e às incertezas nos países europeus que revelam dificuldades acrescidas no cumprimento dos seus compromissos financeiros, que ditam o comportamento volátil verificado nas representações gráficas das séries de retornos quadrados diários. Quando tomamos em consideração a regressão simples OLS, podemos observar que a inclusão da variável mercado em nada influencia a significância estatística das outras variáveis incorporadas para analisar o impacto sobre o índice das empresas de energia limpa. O mesmo já não se verifica no que diz respeito ao índice de empresas tecnológicas, em que ao tomar em consideração a variável de mercado, todas as outras variáveis perdem a significância estatística inicial. Talvez por este motivo Kumar *et al.* (2011) não incluíram a mesma nas regressões que efectuaram para o mercado americano.

Verifica-se ainda que a variável taxa de juro, para além de apresentar uma correlação negativa com todas as outras variáveis, parece também influenciar negativamente os índices de mercado representativos das empresas de energia limpa e das empresas tecnológicas. Ao efectuar a análise empírica descrita no anterior capítulo, podemos verificar pelos resultados obtidos, que o índice de energia limpa Erix é afectado pelo aumento dos preços do carbono e pelo preço do petróleo, estando ainda fortemente dependente da variável *proxy* do mercado considerada em cerca de 47%, ou seja, um aumento de 1% nos preço do índice de mercado provocam uma variação de 47% nos preços do índice Erix, sendo que os preços do carbono fazem aumentar em cerca de 10,38% os preços do índice Erix. Já os preços do petróleo só conduzem a um aumento de 5,87% dos preços do índice representativo das indústrias de energia limpa. Contudo, os impactos da taxa de juro e do índice de empresas tecnológicas são marginais. No que concerne ao índice das empresas tecnológicas, verificamos um maior impacto da variável representativa do mercado sobre este (cerca de 55%), mas

alterações ao nível do preço do carbono ou do preço do Brent apenas levam a aumentos de 5% no índice das empresas tecnológicas, podendo por isto ser considerado como um impacto residual.

Em suma, perante o trabalho e resultados apresentados podemos concluir que, o estudo desenvolvido com o intuito de avaliar as variáveis que influenciam o investimento em energia limpa no mercado europeu, para o período e variáveis considerados, não favorece a relação entre as variáveis em análise uma vez que os impactos sobre o índice das empresas de energia limpa são ainda muito baixos e não nos permitem retirar conclusões robustas para se poder afirmar que caminhamos em direcção a um mundo energética e ambientalmente sustentável.

A análise aqui apresentada poderá ser substancialmente melhorada se se ponderar um alargamento do período amostral (nomeadamente de 2005 em diante) de forma a conseguir observar qual o comportamento das variáveis num período potencialmente mais estável, antes e depois da crise. Para além disso também se poderão considerar variáveis adicionais como, por exemplo, a medida das expectativas dos investidores para que se consiga perceber se foram em parte os receios do mercado que conduziram a valores de impacto tão reduzidos. Seria também interessante analisar este tipo de impactos considerando diferentes sectores de actividade económica. Por fim seria bastante útil a partir destes resultados, ou a partir dos resultados dos possíveis estudos futuros mencionados, efectuar uma análise com base na relação entre as variáveis utilizadas, no sentido da construção eficiente ou cobertura de risco de uma carteira de activos com exposição ao mercado energético.

Bibliografia

Apergis, N. e Miller, S. M. (2009), “Do structural oil-market shocks affect stock prices?”, *Energy Economics*, vol. 31, pp. 569-575.

Aroui, M. E. H. (2011), “Does Crude Oil Move Stock Markets in Europe? A Sector Investigation”. *Economic Modelling*, vol. 28, pp. 1716-1725.

Bloomberg New Energy Finance (2010), “Global Trends in Sustainable Energy Investments”.

Bloomberg New Energy Finance (2011), “Green Investing 2011: *Reducing the cost of financing*”.

Bloomberg (2011), “World Indexes”, obtido em 18 de Outubro de 2011, de <http://www.bloomberg.com/markets/stocks/world-indexes/>

Brooks, C. (2008), “Introductory Econometrics for Finance”, *Cambridge University Press*

Brown, M. A. (2001). “Market Failures and Barriers as a Basis for Clean Energy Policies”. *Energy Policy*, vol. 29, pp. 1197-1207.

Burbidge, J. e Harrison, A. (1984) “Testing for the Effects of Oil-Price Rises Using Vector Autoregressions”. *International Economic Review*, vol. 25 (2), pp. 459-484.

Cong, R., Wei, Y., Jiao, J. e Fan, Y. (2008), “Relationships between oil price shocks and stock market: An empirical analysis from China”, *Energy Policy*, vol. 36, pp. 3544-3553.

European Climate Exchange (2011), obtido em 25 de Outubro de 2011, de <https://www.theice.com/productguide/>

European Comission (2011) “Climate Action - European Trading Sistem”, obtido em 25 de Outubro de 2011, de http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm

European Energy Agency (2011), obtido em 25 de Outubro de 2011, de <http://www.eea.europa.eu/pt/themes/energy/about-energy>

Faff, R. W. e Brailsford, T. J. (1999), “Oil price risk and the Australian stock market”, *Journal of Energy Finance and Development*, vol. 4, pp. 69-87.

Ferderer, J. P. (1996), “Oil price volatility and the macroeconomy”. *Journal of Macroeconomics*, Vol. 18 (1), pp. 1-26.

Fischer, C. e Newell, R. G. (2008). “Environmental and Technology Policies for Climate Mitigation”. *Journal of Environmental Economics and Management* vol. 55, pp. 142–162

Frondel, M., Horbach, J. e Rennings, K., (2007), “What triggers environmental management and innovation? Empirical evidence for Germany”, *Ecological Economics* (2007), doi:10.1016/j.ecolecon.2007.08.016

Gillingham, K., Newell, R. G. e Palmer, K. (2009) “Energy Efficiency Economics and Policy”. RFF Discussion paper 09-13. Washington, DC: Resources for the Future.

Gisser, M., Goodwin e T.H. (1986), “Crude oil and the macroeconomy: Tests of some popular notions”. *J. Money Credit Banking* vol. 18 (1), pp. 95-103

Hamilton, J. D. (1983). “Oil and the macroeconomy since World War II”. *The Journal of Political Economy*, vol.91 (2), pp.228-248.

Hammoudeh, S. e Li, H. (2005), “Oil sensitivity and systematic risk in oil-sensitive stock indices”, *Journal of Economics and Business*, vol. 57, pp. 1-21.

Henriques, I. e Sadorsky, P., (2008), “Oil prices and the stock prices of alternative energy companies“, *Energy Economics*, Vol.30, pp. 998-1010

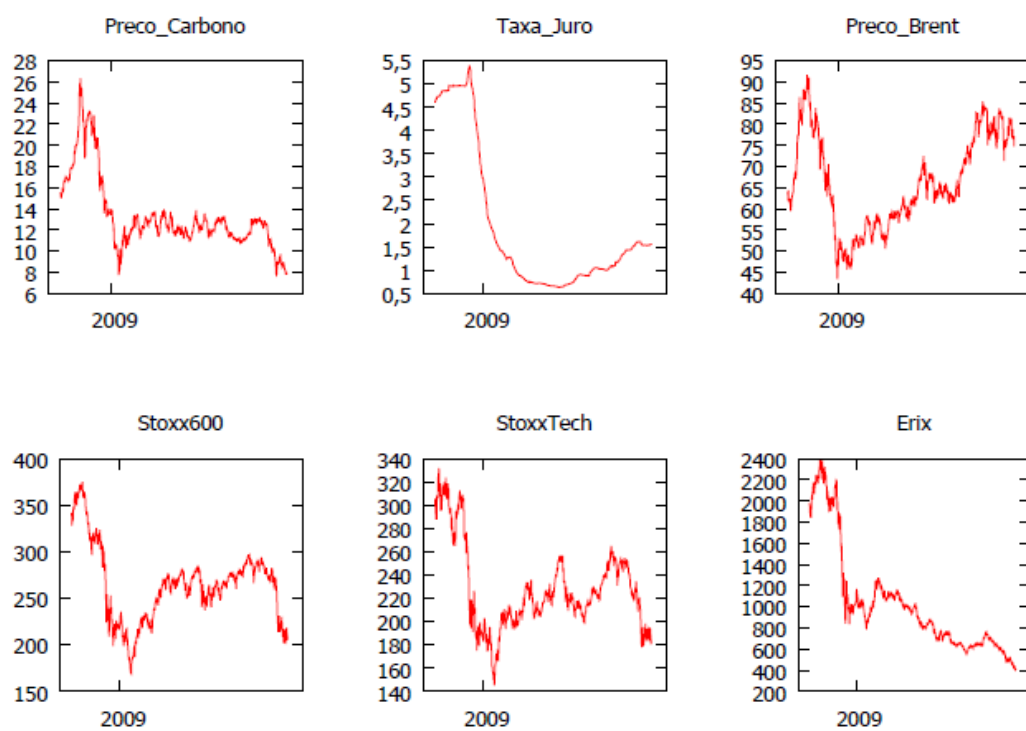
Henriques, I. e Sadorsky, P., (2010), “Can Environmental Sustainability Be Used to Manage Energy Price Risk”, *Energy Economics*, 32:1131–1138.

- Henriques, I. e Sadorsky, P.** (2011), "The effect of oil price volatility on strategic investment", *Energy Economics*, vol.33, pp. 79-87.
- Hooker, M. A.** (1996), "What happened to the oil price-macroeconomy relationship?", *Journal of Monetary Economics*, vol. 38, pp. 195-213.
- Huang, B., Yang, C. W. e Hwang, M. J.** (2009), "The dynamics of a nonlinear relationship between crude oil spot and futures prices: A multivariate threshold regression approach", *Energy Economics*, vol.31, pp. 91-98.
- International Energy Agency** (2008). "Promoting Energy Efficiency Finance: Case Studies in the residential sector". OECD/IEA, Paris.
- International Energy Agency** (2010), "World Energy Outlook 2010". OECD/IEA, Paris.
- Jones, C. M. e Kaul, G.** (1996), "Oil and the Stock Markets", *The Journal of Finance*, vol. 51, (2) pp. 463-491.
- Kumar, S., Managi, S. e Matsuda, A.** (2011), "Stock Prices of Clean Energy Firms, Oil and Carbon Markets: A Vector Autoregressive Analysis", *Energy Economics*, doi:10.1016/j.eneco.2011.03.002.
- Miller, J. I e Ratti, R. A.** (2009), "Crude oil and stock markets: Stability, instability, and bubbles", *Energy Economics*, vol.31, pp. 559-568.
- Newell, R. G, Jaffe, A. B. e Stavins, R. N.** (1999). The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change. *Quarterly Journal of Economics*. August: 941–975.
- Oberndorfer, U.** (2009), "Energy prices, volatility, and the stock market: Evidence from the Eurozone", *Energy Policy*, vol.37, pp. 5787–5795.
- Papetrou, E.** (2001) "Oil price shocks, stock market, economic activity and employment in Greece", *Energy Economics* vol. 23, pp. 511-532.

- Park, J. e Ratti, R. A.** (2008), “Oil price shocks and stock markets in the US and 13 European countries”, *Energy Economics* vol.30, pp.2587–2608.
- Regnier, E.** (2007), “Oil and energy price volatility”, *Energy Economics*, vol. 29, pp. 405–427.
- Sadorsky, P.** (1999), “Oil price shocks and stock market activity”, *Energy Economics*, vol. 21, pp. 449-469.
- Sadorsky, P.** (2011) “Correlations and Volatility Spillovers Between Oil Prices and the Stock Prices of Clean Energy and Technology Companies”, *Energy Economics*, doi:10.1016/j.eneco.2011.03.006.
- Soytas, U. e Oran. A.** (2011). “Volatility Spillover From World Oil Spot Markets to Aggregate and Electricity Stock Index Returns in Turkey”, *Applied Energy*. 88: 354–360.
- Stoxx Limited** (2011), “Stoxx Indices” obtido em 25 de Outubro de 2011, de <http://www.stoxx.com/index.html>
- United Nations Framework Convention on Climate Change**, (2011) “Kyoto Protocol”, obtido em 25 de Outubro de 2011, de http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/6034.php
- Weron, R.** (2000), “Energy price risk management”, *Physica A*, vol. 285, pp. 127–134.
- Wiser, R. e Pickle, S.** (1997), “Financing Investments in Renewable Energy: The Role of Policy Design and Restructuring”, *Lawrence Berkeley National Laboratory*, University of California, Berkeley, LNBL-39826.
- Wustenhagen, R., Wolsink, M, e Bürer M. J.** (2007), “Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept”, *Energy Policy*, vol. 35, pp. 2683–2691.

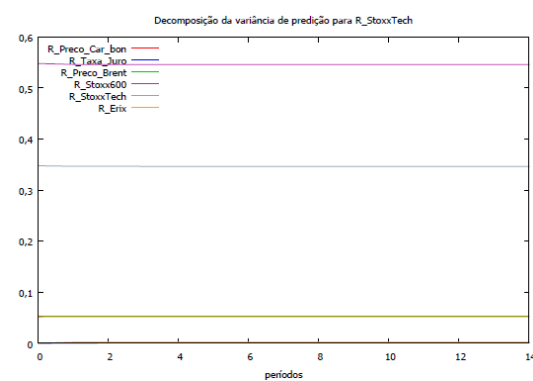
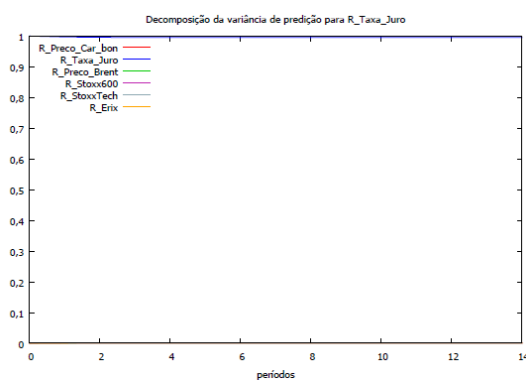
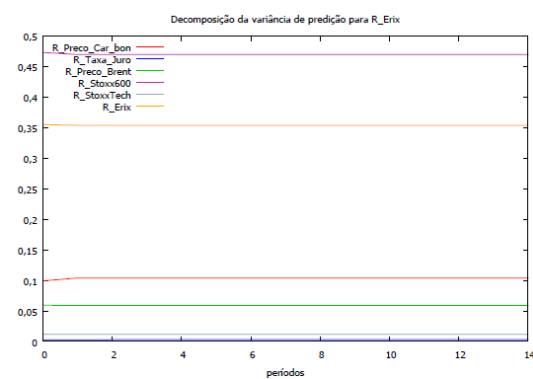
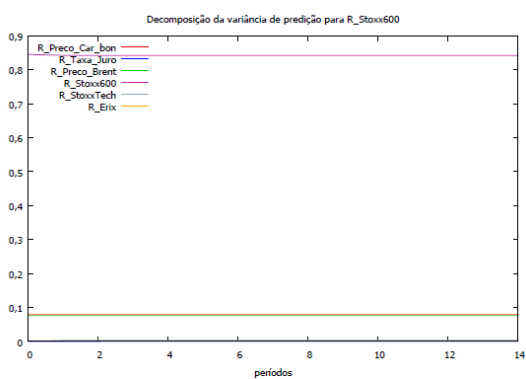
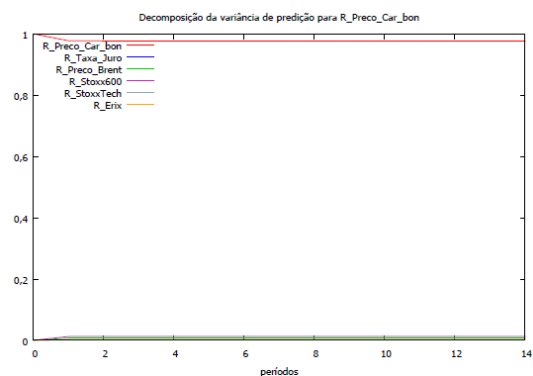
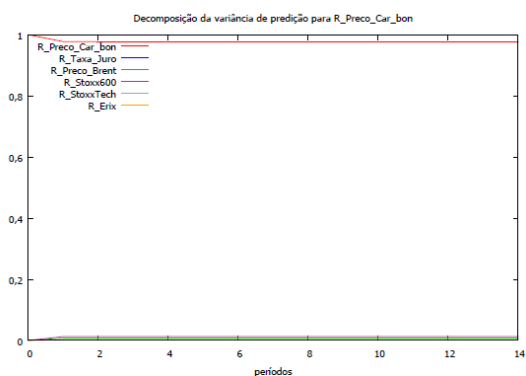
Anexo I

Figura 10 - Representação gráfica das séries



Anexo II

Figura 11 - Análise de decomposição da variância



Anexo III

Figura 12 - Funções de resposta impulso

